ÜBER DIE

VERBREITUNG DES SYMPATHICUS

IN DER

ANIMALEN RÖHRE, DEM RÜCKENMARK UND GEHIRN

VON

Dr. N. RÜDINGER,
K. ADJUNCT & PROSECTOR AN DER ANATOMISCHEN ANSTALT IN MÜNCHEN.

MIT SECHS ABBILDUNGEN.

MÜNCHEN, 1863.
VERLAG DER J. J. LENTNER'schen BUCHHANDLUNG.
(E. STAHL)

Herrn

Professor Dr. J. Hyrtl

in Verehrung gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort.

Die vorliegenden Blätter enthalten die schon vor längerer Zeit in ihren Hauptsätzen bekannt gemachten [1]) Resultate von Untersuchungen, welche über die Beziehungen des nervus sympathicus zu dem Wirbelkanal und der Schädelhöhle, zu dem Rückenmark und Gehirn angestellt wurden. Die in älterer und neuerer Zeit gewonnenen Kenntnisse von der Verbreitung der Gefässe und Nerven in der animalen Röhre und den in ihr liegenden Organen sind, so werthvoll dieselben auch erscheinen mögen, nicht genügend, um die Frage zu erledigen, ob Gehirn und Rückenmark sympathische, cerebrale und spinale Nerven führen, welche in ihnen ähnliche peripherische Verbreitungsherde finden, wie die Nerven in den übrigen Organen des menschlichen Körpers. Ich habe mit Hilfe des Microscops die erwähnte Frage zu lösen mich bemüht und dabei grösstentheils nur Thatsachen zu Tage gebracht, welche, wie die Geschichte der Wissenschaft zur Genüge gezeigt hat, wenn sie ächt sind, einen höheren Werth an sich tragen, als mystische Hypothesen, womit bis jetzt nie,

[1]) S. Aerztliches Intelligenz-Blatt Nr. 6 vom 9. Februar 1861 und Beilage zum Tageblatt der Naturforscherversammlung in Speyer, p. 15.

weder die Theorie noch die Praxis der verschiedenen wissenschaftlichen Doktrinen gefördert wurde. Wenn mir die Beobachtungen für Schlüsse geeignet erschienen, habe ich zwar dieselben zu ziehen versucht, fürchte jedoch nicht ein Gebäude aufgeführt zu haben, das etwa nur geschaffen wäre, die Kräfte späterer Zeiten im Einreissen und Neubauen zu üben.

Es war, wie ich glaube, nothwendig, der Beschreibung der Nerven in der animalen Röhre die der Gefässe in Kürze vorauszuschicken, weil manche Eigenthümlichkeit bei ihrer Verbreitung bisher nicht gebührend berücksichtigt wurde und weil die Nervenverbreitung mit der Gefässverzweigung Hand in Hand geht.

Zugleich ergreife ich mit Vergnügen die Gelegenheit, Herrn Professor Dr. Bischoff, welcher mich bei allen meinen Arbeiten thatkräftig unterstützt, den innigsten Dank auszusprechen.

Möge die Arbeit eine freundliche Aufnahme finden.

München im Mai 1862.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorwort V

Die Arterienverzweigung in dem Wirbelkanal, der Sehädelhöhle und an dem Gehirn und Rückenmark 1

Die Nervenverbreitung an den Wänden des Wirbelkanals 26

Die Nerven an der vorderen Wand 26

Das mieroscopische Verhalten derselben 37

Die Nerven an der hinteren Wand und das mieroscopische Verhalten derselben 51

Die Nervenverbreitung an den Wänden der Sehädelhöhle 54

Die Nerven an den Sehädelwirbelkörpern 56

Die Nerven in den Sehädelgruben und an dem Schädeldach 61

Die Nerven, welche der dura mater cerebri eigenthümlich angehören . 68

Die Nerven der dura mater spinalis 70

Die sympathischen Nerven im Rückenmark und Gehirn 72

A. Die Arterienverzweigung in dem Wirbelkanal und der Schädelhöhle.

Die genauen Kenntnisse, welche wir über die Anordnungen der eigenthümlichen venösen Blutbahnen innerhalb des Wirbelkanals besitzen, sind den gründlichen Forschungen Chaussier's[1]) und Dupuytren's[2]) zu verdanken, denen sich Breschet[3]) mit der Lehre von der Analogie zwischen den Venen des Spinalkanals und den Venen-Sinus der Schädelhöhle zugesellt hat. Das anatomische Verhalten der arteriellen Gefässe in diesen Räumen wurde von den genannten Autoren wenig berücksichtigt; nur Tiedemann, Bourgery und einige Andere geben Abbildungen und kurze Beschreibungen von den Arterien des Rückenmarks, ohne jedoch der Anordnungen derselben an den Wandungen des Wirbelkanals[4]) und der harten Haut zu gedenken. Die in phy-

[1]) Exposition sommaire de la structure et de differentes parties de l'encephale ou cerveau. Paris 1807.

[2]) Leçons orales sur l'anatomie 1808.

[3]) Essai sur les veines du rachis 1819. Recherches anat., physiol. et pathol. sur le systéme veineux. Paris 1829.

[4]) In einigen anatomischen Handbüchern ist der Arterien an der vorderen Wand des Wirbelkanals kurze Erwähnung gethan.

siologischer Hinsicht sicherlich nicht unwichtigen constant vorkommenden Bogenbildungen, welche zwischen den beiderseitigen und übereinander liegenden Rückgrathsarterien stattfinden, sowie die analogen Beziehungen zwischen den arteriellen Blutbahnen des Wirbelkanals und denen der Schädelhöhle, sollen hier eine gedrängte Erörterung finden.

Die aus den arteriae vertebrales, intercostales, lumbales, und sacrales abgehenden Zweige, welche durch die foramina intervertebralia in den Wirbelkanal gelangen, wurden von den älteren Autoren mit Unrecht als arteriae spinales bezeichnet; denn dieselben gehören dem Rückenmarke nicht allein an, sondern auch den Wandungen des Wirbelkanals und der dura mater spinalis, ganz abgesehen davon, dass die in den Wirbelkanal eintretenden drei Zweige selbständige Ursprünge besitzen und keiner aus dem andern hervorgeht. Diese selbständigen Ursprünge und Verbreitungsbezirke der fraglichen Arterien rechtfertigen somit hinlänglich die spezielle Benennung wie: 1) rami anteriores canalis spinalis, 2) rami posteriores canalis spinalis, und 3) rami medullae spinales.

Folgen wir bei der Beschreibung zunächst den Arterien, welche von den rami posteriores der Interkostal-Arterien ausgehen und für den Brusttheil des Wirbelkanals bestimmt sind, so ergibt sich folgendes Verhalten:

In der Nähe des vorderen Umfanges der Intervertebralöffnung entsteht von dem hinteren Ast der Arterie ein 1—2‴ dicker Zweig (ramus anterior canalis spinalis), welcher gegen die hintere Fläche des Wirbelkörpers zieht und mit den benachbarten mehrfache regelmässige Anastomosen eingeht. Sobald nämlich der Arterienast in dem foramen intervertebrale angekommen ist, findet

eine Theilung in zwei ungleich starke Zweige statt, welche an der vorderen Wand des Wirbelkanales bogenförmig nach oben und unten ziehen. Mitunter gehen diese beiden Zweige auch direkt aus dem ramus posterior der Interkostalarterie hervor. Der nach aufwärts gehende stärkere Zweig (Fig. I. a) nimmt seine Lage neben der tiefen Schichte des Längsbandes, umgeben von den vielfach anastomosirenden Venen und gedeckt von einer dünnen, mit dem Längsbande zusammenhängenden Bindegewebs-Lamelle, welche wahrscheinlich als Schutzmittel für das Rückenmark die Gefässe nach innen abgrenzt. Diese ausdehnungsfähigen zahlreichen Gefässe würden, wenn sie durch starke Anfüllung eine gewisse Grenze nach der Rückenmarkshöhle überschreiten, dieselbe verengern und somit einen Druck auf das Rückenmark ausüben, wäre nicht durch die eigenthümliche Anordnung der Bänder ein kräftiger Damm gesetzt, welcher den für das Rückenmark mit seinen Annexa nöthigen Raum sichert. — An der erwähnten Stelle, neben dem Längsbande, findet eine Vereinigung der Arterie mit dem schwachen Zweige (Fig. I. b) statt, welcher durch das zunächst oben angrenzende foramen intervertebrale eintritt und ebenso verbindet sich der nach unten gehende Zweig (b) mit dem benachbarten (a), wodurch Gefässbogen entstehen, welche sich um die Wurzeln der Wirbelbogen herumschlingen.

Sämmtliche an der Bildung der Arterienbogen Antheil nehmenden schwachen Zweige stehen zu einem Bande in Beziehung, welches besondere Erwähnung verdient. Luschka[1]) hat dieses Band als Verstärkungsbündel des ligamentum longitudinale posterius bezeichnet, jedoch in der Tafelerklärung des citirten Buches

[1]) Die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858.

erwähnt, dass dasselbe in dem Periost der hinteren Wirbelkörperfläche sich verliere. — Dasselbe entspringt an dem oberen Rande des Wirbelbogens, in der Nähe der Wurzel desselben, geht brückenartig über den Winkel hinweg, welcher in der Stellung des Wirbelbogens zu dessen Körper nach aufwärts gegeben ist, und verliert sich in der Beinhaut des entsprechenden und des darüber liegenden Wirbelkörpers, sowie in der Intervertebralscheibe (Fig. I. I). Dieses Band kann nicht als Befestigungsmittel der Wirbel, oder als Verstärkung der Intervertebralscheibe angesehen werden, sondern es hat die wahrscheinliche Bedeutung einer sehnigen Brücke, welche die darunter weggehenden Gefässe und Nerven schützt.

Mit wenigen Ausnahmen gelangen die unteren schwächeren Zweige der an der vorderen Wand des Wirbelkanals sich verästelnden Arterien in Begleitung der später zu beschreibenden Nerven unter diesen Bändern, welche in der ganzen Länge der Wirbelsäule in wechselnder Stärke vorhanden sind, hindurch und sichern die Lage derselben bei den mannigfachen Bewegungen des Rumpfes. Nur ausnahmsweise tritt der Arterienzweig über das Band hinweg, während der correspondirende Nerv unter demselben durch die mit Fett ausgefüllte Lücke zieht, ein Verhalten, welches ähnlich ist dem des nervus suprascapularis zur incisura scapulae. —

Die beiderseitigen Arterienbogen sind mittelst eines ziemlich starken querverlaufenden Astes vereinigt, wodurch eine transversale Anastomose entsteht, welche in der tiefen Schichte des hinteren Längsbandes eine vor Compression gesicherte Lage hat. Mitunter sind doppelte Queräste vorhanden, so dass zwischen den seitlichen Bogen ein Zirkel gebildet wird, welcher im Verein mit einigen kleineren Kränzen, die neben dem Längsbande in

dem unteren Brusttheile vorkommen Anfänge von arteriellen Wundernetzen darstellt. Da nun sämmtliche Arterien, welche von den rami posteriores der Interkostalarterien abstammen, und zur vorderen Wand des Wirbelkanals gelangen, in ihrem Verlaufe und ihren Verästelungen ein übereinstimmendes Verhalten darbieten, so entsteht ein arterielles Gefässnetz, das zur Versorgung der verschiedenen Gebilde bestimmt ist. Die Zwischenwirbelscheibe, die Bänder und das Periost an der vorderen Wand des Wirbelkanals werden von diesen Arterien reichlich gespeist. Einzelne grössere Zweigchen gelangen gemeinschaftlich mit den Venen in das spongiöse Innere des Wirbelkörpers und bilden hier vielfache feine Anastomosen mit Arterien, welche an der vorderen Seite in die Knochen eintreten. —

Da nun zwischen zwei benachbarten Arterien derselben Seite eine regelmässige Vereinigung statt findet, so kommen die Blutbahnen aus zwei arteriae intercostales unter einem stumpfen Winkel in ähnlicher Weise zusammen, wie in den Gefässbogen vieler peripherisch-, d. h. vom Herzen entfernt gelegener Körpertheile, beispielsweise wie in den Hand-, Fuss- und Mesenterialbogen. In dem Wirbelkanal tritt die eine Hälfte der Blutbahn unter dem schützenden Bande hinweg, während die andere frei durch die Intervertebralöffnung verläuft. Wird letztere bei den Bewegungen der Wirbelsäule durch eine dabei möglich werdende Compression unterbrochen, so kann erstere ihrer geschützten Lage wegen den ernährungsbedürftigen Theilen ungehindert Blut zuführen. Auch in den Bogen, welche durch die quere Verbindung zwischen den Interkostalarterien der beiden Körperhälften gebildet werden, treffen die Blutbahnen in der Mittellinie des Wirbelkanals scheitelrecht zusammen, ein Moment für die

Blutbewegung, welches auf eine physiologische Erklärung noch harrt.

Für die übrigen Wirbelabtheilungen wird die verschiedene Anordnung der arteriellen Netze an der vorderen Wand am einfachsten bezeichnet sein, wenn ich sage, dass die Lage der seitlichen Bogen, näher oder entfernter der Mittellinie, sich nach der Breite des Längsbandes richtet. Für den Kreuzbeinkanal stammen die Arterien von den arteriae sacrales laterales ab, treten durch die vorderen Kreuzbeinlöcher zur vorderen Wand und verhalten sich in ihrer Verbreitungsweise ähnlich den beschriebenen in dem Brusttheile. Nur treffen die seitlichen Bogen in der Mittellinie, an dem schmalen longitudinalen Bande fast zusammen und die queren Verbindungsäste sind daher sehr kurz. Gleichwie nun das Band in dem Lenden-, Brust- und Halstheile des Wirbelkanals breiter wird, treten die seitlichen Bogen von der Mittellinie zurück und die queren Verbindungsäste werden länger. In dem oberen Brusttheile rücken dieselben immer mehr und mehr nach aussen, so dass sie hier und in dem Halstheile von einem foramen intervertebrale zum andern, dicht an der Wurzel des Wirbelbogens, verlaufen.

Die Arterien des Lenden- und Halstheils des Wirbelkanales bieten, was Ursprung und Verbreitungsmodus anlangt, besondere charakteristische Verschiedenheiten dar, welche spezielle Erwähnung verdienen. Wirft man einen Blick auf Fig. III. der Abbildungen, so erkennt man die formellen Eigenthümlichkeiten der arteriellen Netze besser, als wenn man eine weitläufige Beschreibung davon geben würde. Der Lendentheil des Wirbelkanals erhält seine Arterien von den rami posteriores der arteriae lumbales, welche sich in ihrer Verbreitung von denen des Brusttheils nur dadurch unterscheiden, dass die kleine Kranzbildung

viel zahlreicher auftritt. Man kann bei diesen mit vollem Rechte von arteriellen Wundernetzen sprechen, welche niemals vermisst werden, während dieselben in dem Brusttheile viel häufiger fehlen.

Die Arterienverzweigung in dem Halstheile des Wirbelkanales bietet in vergleichend-anatomischer Beziehung manches Interessante dar. Es wäre jedoch der vorliegenden Aufgabe keineswegs entsprechend, wollte ich eine spezielle vergleichend-anatomische Beschreibung der arteria vertebralis, wie dieselbe von Cuvier, Meckel, Schlemm, Barkow und Anderen gegeben wurde, vorausschicken und ich beschränke mich daher auf wenige Angaben.

Der Verlauf der arteria vertebralis durch die Querfortsätze der Halswirbel ist bei den Affen, Raubthieren, Nagern, Einhufern und Wiederkäuern übereinstimmend mit dem bei dem Menschen, nur bietet die Arterie bei den Thieren in ihrer Endverzweigung bemerkenswerthe Abweichungen dar. Bei den Wiederkäuern gelangt die stärkere Hälfte der in dem dritten foramen intervertebrale sich theilenden Vertebralarterie zur vorderen Wand des Spinalkanales und zieht bis zum clivus Blumenbachii, wo dieselbe mit der carotis cerebralis, oder auch mit Zweigen, welche aus anderen Arterien abstammen, zu einem rete mirabile zusammenfliesst. Ich gebe hier zunächst die Beschreibung der arteria vertebralis eines $1^1/_2$ Meter langen Rindsembryo (siehe die Abbildung Fig. IV.), an welchem die Wachsinjektion der Arterien fast vollständig gelungen ist. Die arteria vertebralis, welche $2—2^1/_2'''$ im Durchmesser beträgt, steigt in den Oeffnungen der Querfortsätze, ohne an Stärke viel abzunehmen, bis zum dritten foramen intervertebrale cervicale und schickt auf diesem Wege durch sämmtliche Zwischenwirbellöcher Zweige, welche sich zu einander

und zu denen der gegenüber liegenden Seite ähnlich verhalten, wie ich es oben für den Brust- und Lendentheil des menschlichen Wirbelkanals angegeben habe. An der dritten Intervertebralöffnung findet eine Theilung in zwei Zweige statt, wovon der eine schwächere die Fortsetzung in den beiden Oeffnungen der Querfortsätze des Epistropheus und Atlas, und der andere innere stärkere den ramus anterior für den canalis spinalis darstellt (Fig. IV. C). Dieser zieht, mit dem correspondirenden der anderen Seite kleine Kränze bildend, bis zur hinteren Fläche der Sattellehne, wo seitlich neben derselben ein Zusammenfluss mit dem hauptsächlich durch Zweige der arteria maxillaris interna gebildeten rete mirabile caroticum stattfindet. Eine Verstärkung dieser Arterienzweige wird erzeugt, indem die beiden obersten rami anteriores des Spinalkanals, welche durch die Oeffnungen in den Seitentheilen der beiden ersten Halswirbel eintreten, an der Bogen- oder Kranzbildung Antheil nehmen. Es ist wohl als bekannt vorauszusetzen, dass die beiden ersten Cervicalnerven vieler Thiere nicht durch Intervertebralöffnungen, sondern durch Löcher in den Seitentheilen der beiden ersten Halswirbel durchgehen und dem Verlaufe der hier durchgelangenden Nerven folgen die Arterien. Ist der Arterienzug in der Mitte der hinteren Schädelgrube zwischen dura mater und der inneren Fläche des corpus ossis occipitis angekommen, so entstehen Windungen, in welche sich noch zwei Zweigchen, durch das foramen condyloideum und jugulare eintretend, einsenken. Der stärkere Strom der vertebralen Blutbahn gelangt demnach nicht direkt, wie bei dem Menschen, zu seinem Bestimmungsort, sondern zunächst in das arterielle Wundernetz, welches der carotis cerebralis entspricht. Selbst wenn von der schwachen Fortsetzung der arteria vertebralis in

den Querfortsätzen der beiden ersten Halswirbel, durch die erwähnten knöchernen Oeffnungen, schwache Zweige zur medulla oblongata und dem kleinen Gehirn gelangen, so kann doch der Strom in dieser Bahn nicht hoch in Anschlag gebracht werden.

Ein ähnliches Verhalten zeigen die mit Leimmasse injicirten Arterien eines Schafembryo. Hier sind ebenfalls die in der dritten Intervertebralöffnung eintretenden Aestchen stärker, als diejenigen welche in den unteren Wirbelabtheilungen sich verbreiten. Aehnlich wie bei dem Rindsembryo wird der gegen die Schädelhöhle emporsteigende Zug durch zutretende schwache Zweige, welche durch den Epistropheus und Atlas, durch das foramen condyloideum und jugulare eintreten, etwas verstärkt. Der Zusammenfluss mit dem aus den drei Aesten der arteria maxillaris interna gebildeten Wundernetze findet theilweise neben der Sattellehne statt, theilweise gelangen 0,2 — 0,5‴ dicke Zweigchen durch kleine Oeffnungen in der Mitte der Bahn nach dem Türkensattel, wo sie sich mit quer verlaufenden Verbindungsästchen der beiden Netze unter dem Gehirnanhange vereinigen.

Für alle Thiere, bei denen die carotis cerebralis (oder andere Arterien) neben dem Türkensattel ein Wundernetz bildet, kann die Beschreibung der beiden Präparate mit wenigen Modifikationen dienen. Die arteria vertebralis nimmt mit wenig Ausnahmen in der angegebenen Weise an der Bildung des rete mirabile caroticum Antheil; nur zeigen die an dem Wundernetze sich betheiligenden Zweige bei den verschiedenen Thierordnungen relativ zur Grösse des Stammes der Vertebralarterie eine variirende Stärke. So ist schon bei dem Schafembryo der durch die Querfortsätze nach oben gehende Zweig im Verhältniss zu dem in den

Spinalkanal gelangenden ramus anterior stärker, als bei dem Rindsembryo.

In dem Halstheile des menschlichen Wirbelkanals ist die Arterienanordnung in ähnlicher Weise gegeben, wie bei den Thieren. Die arteria vertebralis sendet die rami anteriores in den Wirbelkanal, und zwar entspringen auch hier diese Zweige selbständig von dem Stamme, während die für die hintere Wand und das Rückenmark bestimmten aus rami musculares hervorgehen. Von den drei oberen Zweigen, welche für die vordere Wand des Spinalkanals bestimmt sind, ist der zwischen dem Epistropheus und dritten Halswirbel eintretende der stärkere. Ist derselbe an der hinteren Fläche des zweiten Halswirbelkörpers angelangt, so verbindet er sich mit dem ähnlich verlaufenden der gegenüber liegenden Seite und zwar in der Regel doppelt, wodurch ein kleiner Kranz zwischen den lateralen Bogen gebildet wird. Während das aufwärts steigende Aestchen an dem foramen intervertebrale secundum und primum vorbeizieht, nimmt es schwache Zweige von dem oberen Ende der arteria vertebralis auf, geht dann hinter dem ligamentum alare, gedeckt von der membrana ligamentosa, um die Spitze des processus odontoideus, rückwärts begrenzt von dem oberen Schenkel des ligamentum cruciatum, und vereinigt sich hier mit dem correspondirenden der anderen Seite zu einem Bogen, welcher regelmässig stärker entwickelt erscheint, als die tiefer unten in dem Halstheile des Wirbelkanals befindlichen. Von diesem ziemlich starken Bogen erhält der gesammte Bandapparat zwischen Epistropheus, Atlas und Hinterhaupt seine Zweige. Zugleich findet eine Vereinigung mit der arteria meningea posterior statt, und ebenso verbindet diese sich mit der carotis cerebralis, wodurch auch hier ein Zu-

sammenfluss zwischen der arteria vertebralis und der Carotis an der Innenfläche der Schädelbasis in ähnlicher Weise gebildet wird, wie bei den genannten Thieren.

Bevor ich zur Beschreibung der Schädelwirbelarterien und deren analogen Beziehungen zu den Arterien des Wirbelkanales übergehe, sollen die rami posteriores canalis spinalis und die Zweige für die dura mater spinalis eine kurze Erwähnung finden.

Die Arterienzweige für die hintere Wand des Wirbelkanals (rami posteriores Fig. II. a. b.) gehen nicht aus den rami anteriores canalis spinalis hervor, sondern entspringen selbständig von den Interkostal- und Lumbalarterien, d. h. von den rami posteriores derselben und gelangen an dem hinteren Umfange der Intervertebralöffnung zur inneren Fläche des Wirbelbogens und gelben Zwischenbogenbandes. Durch die Vereinigung mit den Zweigen, welche durch die benachbarten foramina intervertebralia derselben und der gegenüber liegenden Seite eintreten, entsteht an der hinteren Wand des Wirbelkanals ein Gefässnetz, umgeben von den bekannten Venen, welches sich jedoch in seiner formellen Anordnung verschieden verhält von dem an der vorderen Wand (sieh Fig. II. b). Auch hier sind Arterienbogen vorhanden, die von den Interkostalarterien ausgehen, um das Rückenmark mit seinen Häuten herumziehen und in der Mittellinie der hinteren Wand des Wirbelkanales zusammentreffen; nur ist die regelmässige Anordnung der seitlichen Bogen nicht in der Art gegeben, wie an der vorderen Wand. Für die hintere Wand des Halstheils des Wirbelkanales stammen die Zweige aus rami musculares, welche selbständig aus der hinteren Wand der arteria vertebralis hervorgehen und somit nicht mit denen für die vordere Wand bestimmten in Zusammenhang stehen.

Die Knochen, das Periost und die gelben Bänder werden sehr reichlich mit Zweigen versehen und auch hier finden Anastomosen im Innern des Wirbelbogens statt mit Arterien, welche von aussen her eintreten. In dem Kreuzbeinkanal weichen die Arterien in ihrer Anordnung nicht ab von den oben beschriebenen. Mitunter sah ich hier die rami posteriores aus den anteriores hervorgehen, was jedoch nicht als Regel erscheint.

Was die harte Haut des Rückenmarks anlangt, so zeigt dieselbe zum Spinalkanal ein Verhalten, welches so wesentlich verschieden ist von dem der dura mater cerebri zum Schädel, (indem hier Periost und dura mater zu einem Gebilde verschmolzen sind, während dort diese beiden selbständig auftreten), dass hieraus sich die differente Anordnung der Gefässe an den beiden Häuten von selbst ergibt.

Die rami meningeae spinales, 30 — 40 und oft noch mehr auf jeder Seite, gehen aus den rami medullae spinales hervor und gelangen nahe der aus der harten Haut austretenden Nervenwurzel zur äusseren Fläche derselben. Oeffnet man den Wirbelkanal von rückwärts durch sorgfältige Entfernung der Bogen und zieht dann die geschlossene dura mater nach der Seite, so sieht man bei gelungener Injektion die zahlreichen Zweige von der lateralen Wand her zur dura mater treten, wo sie sich in zwei Aestchen getheilt an der vorderen und hinteren Abtheilung derselben verbreiten. Durch die regelmässige Vereinigung der Zweige derselben und der gegenüber liegenden Seite entstehen auch hier arterielle Netze, welche mit unbewaffneten Auge und oft schon bei natürlicher Injektion sichtbar sind.

Die innige Vereinigung der dura mater cerebri mit der Innenfläche des Schädels macht ein gesondertes Auftreten der Gefässe un-

möglich. Auch wissen wir, dass die arteriae meningeae der Schädelhöhle, zwischen den Knochen und der harten Haut eingelagert, diese beiden Gebilde gleichzeitig mit Blut versorgen. Ich werde wenig Mühe haben den Beweis zu liefern, dass eine analoge Anordnung vorhanden ist zwischen den Arterien des Wirbelkanales und denen der Schädelhöhle und dass diese Analogie gezwungen ist, sich an die Schädelwirbeltheorie anzulehnen. An den Schädelwirbelkörpern ist die Arterienanordnung vollkommen übereinstimmend mit der an den Wirbelkörpern des Rückgraths, oder mit anderen Worten gesagt: An der Mittellinie der Schädelbasis verhält sich die Arterienverzweigung übereinstimmend mit der an der vorderen Wand des Wirbelkanales, und die arteriae meningeae cerebi sind analog den Arterien an der hinteren Wand des Wirbelkanales mit Einschluss der Zweige für die harte Haut des Rückenmarks.

Dass der Schädel aus einzelnen Wirbeln besteht, ist eine alte festgestellte Thatsache. Die Eintheilung desselben in den Hinterhauptwirbel, den hinteren und vorderen Sphenoidalwirbel findet ihre Begründung in der vergleichenden Anatomie und der Entwicklungsgeschichte.

Ueber die Bedeutung des Siebbeins sind die Meinungen getheilt. Rathke, J. Müller, Valentin und Reichert betrachten das Siebbein und Felsenbein als eingeschaltete Sinnesknochen, während Owen und Fick das Siebbein als Repräsentanten eines Nasenwirbels ansehen, der, wie die pars petrosa, durch die Eigenthümlichkeit seiner Form auch Sinneskapsel sei. Virchow[1]) entscheidet sich für keine dieser beiden Auffassungen, sondern hält die Annahme der älteren Autoren für möglich und die der

[1]) Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes. Berlin 1857

neuern für wahrscheinlich. Dass in dem hyalinen Knorpel, welcher von dem foramen magnum bis zur Stirnwand reicht und als das obere Ende der chorda dorsalis betrachtet wird, schon im vierten Monate des Embryolebens vier Knochenkerne sich ablagern, wovon der vordere dem Siebbein entspricht, haben Virchow, H. Müller und Andere bestimmt nachgewiesen.

Wenn demnach das Siebbein die chorda dorsalis bei seiner Entwicklung als Grundlage hat, ähnlich wie die übrigen Wirbel, so kann man mit Bischoff[1]) dasselbe als einen modifizirten Wirbelkörper betrachten, »von welchem behufs der Einhüllung der Geruchswerkzeuge, die sich ihm zur Seite ausbilden, plattenartige Fortsätze hervorgewachsen seien.«

Die zwischen den einzelnen Schädelwirbeln übrig bleibenden Oeffnungen wurden schon von den alten Forschern mit den Intervertebralöffnungen verglichen, jedoch mit der Modifikation, dass das foramen condyloideum anterius nicht als foramen intervertebrale zu betrachten sei, sondern als eigenthümliche Oeffnung in dem Bogenstück des Hinterhauptwirbels angesehen werden müsse; ähnlich den Oeffnungen in den Bogenstücken des Atlas und Epistropheus bei verschiedenen Thieren. Durch die zwischen dem Hinterhauptwirbel und hintern Sphenoidalwirbel eingeschaltete pars petrosa zerfällt die intervertebrale Oeffnung in zwei Abtheilungen, in das foramen jugulare und foramen lacerum anterius, wovon das erstere den cerebralen Nerven zum Austritt, das letztere den Gefässen und sympathischen Nerven zum Aus- und Eintritt dient.[2])

---

[1]) Siehe Handbuch der Entwickelungsgeschichte.

[2]) Prosector Rektorzik hat gezeigt, dass bei der Carotis eine Vene verläuft, welche von dem sinus cavernosus ausgeht und sich in den venösen Plexus an der inneren Seite des Kiefergelenks einsenkt.

Die fissura orbitalis superior ist als die Intervertebralöffnung der beiden Sphenoidalwirbel anzusehen, während das foramen ovale, rotundum und spinosum als eigenthümliche Oeffnungen in dem Bogenstück des Sphenoidalwirbels zu bezeichnen sind. Mit den Schädelwirbeln vollkommen übereinstimmend verhält sich die arterielle Anordnung der Gefässe an der Schädelbasis sowohl als auch an dem Schädeldach.

Wenn überhaupt für die Beweise, dass der Schädel sich aus einzelnen Wirbeln entwickelt, noch Stützpunkte nothwendig sind, so können dieselben gefunden werden in dem anatomischen Verhalten der in dem Schädel sich verzweigenden Gefässe und Nerven.

Man kann die arteria meningea posterior, welche von der arteria pharyngea ausgeht und in der Regel durch das foramen condyloideum posterius in die hintere Schädelgrube gelangt, oder auch von der arteria vertebralis direkt abstammt, als das Gefäss betrachten, welches zu dem Hinterhauptwirbel gehört. Ferner findet man häufig (nicht regelmässig) durch das foramen jugulare eine kleine Arterie eintreten, die als weiteres Intervertebralgefäss des Schädels angesprochen werden könnte, wenn wir nicht genöthigt wären, die carotis cerebralis als solches anzusehen. Die carotis cerebralis ist nicht einzig und allein für Gehirn und Augenhöhle bestimmt, sondern sie sendet, wie Hyrtl[1]) schon nachwies, eine Anzahl Zweige zu den verschiedenen Theilen des Schädelgrundes. Dieselbe kann ihrem Verlauf und Verbreitungsbezirk nach in Analogie gebracht werden mit den Spinalarterien. Auch werden wir weiter unten sehen, dass die Bildung des circulus arteriosus Willisii der Carotis nicht eigenthümlich zukommt

---

[1]) Oesterreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde. 1859 Nr. 30.

sondern dass man von Strecke zu Strecke an den Arterien des Rückenmarkes einen ähnlichen circulus medullae spinalis unterscheiden kann. Die carotis cerebralis, sowie die arteria vertebralis sind Gefässe, welche sich nur durch ihre Stärke, nicht aber durch die Eigenthümlichkeit ihres anatomischen Verhaltens von den arteriae spinales unterscheiden.

Für den vorderen Sphenoidalwirbel gibt die arteria ophtalmica die Zweige ab und entsprechend dem vordern oder obersten Schädelwirbel, dem Siebbein, ist es die arteria ethmoidalis, welche als ein Zweig der arteria ophtalmica die vordere Schädelgrube mit Blut versorgt. Zwei Zweigchen, welche von dem Stamm der carotis cerebralis ausgehen, verzweigen sich an den Innenflächen der beiden Körper der Sphenoidalwirbel.

Ich habe oben schon erwähnt, dass die arteria meningea posterior sich mit dem Arterienbogen verbindet, welcher sich um die Spitze des processus odontoideus herumschlingt und dass dieselbe vielfache Anastomosen mit der correspondirenden der anderen Seite eingeht. Ausserdem laufen Zweige auf dem Clivus nach aufwärts, welche sich vereinigen mit der durch das foramen jugulare eintretenden Arterie, und mit dieser setzt sich ein von der carotis cerebralis ausgehendes Aestchen in Verbindung, das neben der Sattellehne in der Nähe des nervus abducens nach rückwärts verläuft.

Wenn nun auch durch die vielfachen Anastomosen ein dem Anscheine nach unregelmässig gebildetes Gefässnetz auf dem Clivus auftritt, so kann man doch bei gelungenen Injektionen an Kindesleichen die seitliche Bogenbildung von dem foramen magnum bis zur Sattellehne gehend, sowie die Querverbindungen derselben erkennen und man hat volles Recht, dieses Gefässnetz mit dem

an der vorderen Wand des Vertebralkanales in analoge Beziehung zu bringen. (Siehe Fig. III.)

Auf diesem Arteriennetz liegt der von den Anatomen als sinus occipitalis anterior bezeichnete venöse Raum, in dessen Umgebung sich das von Virchow[1]) erkannte und mit dem Namen plexus basilaris bezeichnete cavernöse Gefässsystem befindet. Will man das Arteriennetz zur Anschauung bringen, so muss man die dura mater mit den venösen Räumen sorgfältig abtragen, wobei die kleinen Zweigchen, welche die harte Haut und die Wände des Sinus versorgen, wegfallen. Das Gefässnetz liegt unmittelbar auf der unebenen Knochenfläche und sendet eine Anzahl Zweige durch Oeffnungen in das Innere des Occipital- und hinteren Sphenoidalwirbels.

Die Arterie für den vorderen Sphenoidalwirbelkörper stammt entweder direkt aus der carotis cerebralis oder auch aus der arteria ophtalmica. Zunächst ist der arterielle Zweig zu erwähnen, welcher den Hirnanhang versorgt. Dieser tritt aus der inneren Fläche der an dem Sattel vorbeigehenden Carotis hervor und löst sich in der Hypophysis auf. Gemeinschaftlich mit ihr, oder auch etwas tiefer, geht aus der inneren Fläche der Carotis ein Zweig hervor, welcher sich in der zur Aufnahme des Hirnanhangs bestimmten Grube verbreitet. Dieser Arterienzweig verbindet sich in der Mitte des Türkensattels mit dem von der entgegengesetzten Seite herkommenden und ist hauptsächlich für den Knochen bestimmt, d. h. es gehen die Zweige grösstentheils durch die Oeffnungen des Knochens in die Keilbeinhöhle. Man kann demnach für den hinteren Sphenoidalwirbel zwei von der Carotis ausgehende Zweige

[1]) A. a. O.

annehmen; der hintere tritt indirekt, durch Dazwischenkunft der arteria meningea posterior, mit der arteria vertebralis in Verbindung, der vordere bleibt in der Beinhaut des Türkensattels und geht grösstentheils nach dem sinus sphenoidalis. An der oberen Fläche des vorderen Sphenoidalwirbels verbreitet sich ein von der arteria ophtalmica ausgehendes Aestchen, welches zwischen dem tuberculum clinoideum medium und anterius nach innen geht, sich mit den gegenüber liegenden verbindet und mit den Zweigen der arteria meningea anterior zusammenfliesst. Mitunter ist es die Carotis selbst, welche vor ihrem Durchtritt durch die dura mater dieses Aestchen abgibt. Die arteriae meningeae anteriores, welche von den Augenarterien abgehen und durch die foramina ethmoidalia in die vordere Schädelgrube gelangen, verhalten sich mit ihren inneren Zweigen, die gegenseitige Verbindungen eingehen, ähnlich den Arterien an den Körpern der hinteren Schädelwirbel. Sie versorgen die harte Haut und die Knochen und stehen mit der am vorderen Sphenoidalwirbel sich verästelnden Arterie in Zusammenhang. Da sämmtliche Arterien an der Mittellinie der Schädelbasis ähnliche Anastomosen eingehen, wie die an der vordern Wand des Wirbelkanales, so kann man eine Injektion derselben von der arteria vertebralis aus ausführen. Bei gelungener Injektion durch die Vertebralis findet man die Wachsmasse fast immer bis zum Türkensattel vorgedrungen, jedoch selten weit über denselben nach der vorderen Schädelgrube hinausgehen.[1])

[1]) Der Grund warum die Gefässe der vorderen Schädelgrube von der arteria vertebralis aus sich nicht bei jeder Injektion füllen lassen, scheint mir darin zu liegen, dass die Wachsmasse, in der Carotis angekommen, nicht mehr jenem Grade des Druckes unterliegt, welcher nöthig ist, um die von ihr ausgehenden peripherischen Gefässe zu füllen.

Bei diesen gegenseitigen Anastomosen an der Schädelbasis ist selbstverständlich nicht die Rede von capillaren Gefässen, sondern von gröberen arteriellen Verbindungen.

Dass demnach die arteria vertebralis zur Schädelhöhle und zur carotis cerebralis ein Verhalten zeigt, welches dem der gleichnamigen Gefässe bei vielen Thieren analog ist, geht aus der Vergleichung der Präparate und der davon photographisch gewonnenen Abbildungen (sieh Fig. III. IV.) auf den ersten Blick hervor. Bei den verschiedenen Thiergattungen sind die Verbindungen zwischen Carotis und Vertebralis sehr stark und das arterielle Wundernetz in vollendeter Ausbildung vorhanden, während für den Menschen schwache Verbindungen zwischen den beiden Gefässen und statt des durch seine zahlreichen Anastomosen charakteristischen Wundernetzes, ein einfaches arteriells Gefässnetz gegeben sind.

Diejenigen Arterien, welche, wie wir gesehen haben, die Schädelwirbelkörper versorgen, sind zugleich für die seitlichen und oberen Wandungen des Schädeldaches bestimmt; nur macht die meningea media eine Ausnahme. Während für den Wirbelkanal die Arterien für die vordere und hintere Wand selbständig entspringen und verlaufen, sind die analogen der Schädelhöhle bis zum Eintritt in dieselbe vereinigt. Die arteria meningea media stimmt jedoch in ihrem gesammten Verhalten mit den Gefässen der hinteren Wand des Spinalkanales überein. Die meningea posterior versorgt den Boden und die seitlichen Wände der hinteren Schädelgrube, häufig im Verein mit der durch das foramen mastoideum eintretenden arteria mastoidea, die meningea anterior verbreitet sich in der vordern Schädelgrube und beide gehen zahlreiche Verbindungen mit der meningea media ein.

Da der Verbreitungsbezirk der letztern seit Hyrtl's[1]) sorgfältigen Untersuchungen genau bekannt ist, so brauche ich nicht näher auf eine Detailbeschreibung derselben einzugehen. Bei einem Vergleich zwischen den Arterien der Schädelhöhle und den doppelt vorhandenen des Wirbelkanales findet man, dass der Unterschied nur besteht in dem einfach Vorhandensein der arteria meningea anterior und posterior, welche sowohl Schädelwirbelkörper als auch Schädeldach versorgen. Man könnte übrigens die kleine arteria mastoidea[2]) als correspondirende der meningea posterior ansehen, und wenn dieses geschieht, so bleibt nur die arteria meningea anterior als eine Ausnahme machend übrig.

Die Vertebralis und Carotis, welche der dura mater cerebri ebenso Zweige ertheilen, wie die arteriae spinales der harten Haut des Rückenmarks, sind den letzteren analog, nur dass dieselben im Verhältniss zur Grösse des Organs, welches sie versorgen, sehr stark ausgebildet sind. Die zahlreichen Untersuchungen, welche ich an Embryonen von Hunden, Katzen, Schafen und Schweinen mit Rücksicht auf die Gefässanordnung in der Schädelhöhle und dem Spinalkanale anstellte, bestätigen, dass die Gefässe in der Schädelhöhle, wo dieselben stark entwickelt erscheinen, in ihrer Anordnung vollkommen übereinstimmend mit denen im Wirbelkanale sind. Bei dem erwachsenen Menschen zeigen sich die meningeae cerebri anteriores und posteriores im Verhältniss zu den Arterien des Wirbelkanales viel schwächer, besonders entsprechend den Schädelwirbelkörpern, weshalb dieselben auch hier viel schwerer injicirbar sind.

---

[1]) Oesterreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde. Jahrg. 1859. Nr. 30.

[2]) Nach Hyrtl geht diese Arterie von der meningea nach Aussen zu den Weichtheilen.

Ueber die Arterien des Gehirns und Rückenmarks besitzen wir vollständigere Kenntnisse, als über die des Wirbelkanales, weshalb dieselben nur in Rücksicht auf die später zu beschreibenden Nerven Erwähnung finden sollen. Die Arterien für das Rückenmark entstehen aus den beschriebenen rami posteriores. Die Spinalarterie ist einer der oben erwähnten drei Zweige, welcher entweder für sich oder aus dem ramus anterior der an der vorderen Wand des Wirbelkanales sich verzweigt, entspringt. Der selbständige Ursprung aus dem hinteren Ast der genannten Arterie ist Regel, während die Abstammung von dem ramus anterior canalis spinalis eine Ausnahme ist. Sie liegt an dem Intervertebralganglion, ertheilt demselben Zweige und gelangt mit der Nervenwurzel durch die dura mater spinalis zum Rückenmark. Während ihres Durchganges durch die dura mater, oder kurz vor demselben, findet fast regelmässig eine Theilung in zwei Zweige statt, wovon der eine schwächere mit der hinteren Rückenmarkswurzel, der andere stärkere mit der vorderen Wurzel zum Rückenmark gelangt. Sämmtliche hintere Zweige bilden um die Austrittsstellen der Nervenwurzeln aus den sulci laterales posteriores des Rückenmarks zwei longitudinale geschlängelte Züge, welche in vielfacher gegenseitiger Verbindung stehen und auf der äusseren Fläche der pia mater, theilweise in der Substanz derselben, gelagert sind. Oben an der medulla oblongata senken sich Zweige, von der Vertebralis kommend in die Arterienketten ein und unten an dem conus medullaris vereinigen sie sich zu einem dem filum terminale folgenden Gefäss. Nicht jeder hinteren Nervenwurzel entspricht eine Arterie, sondern es werden einzelne übersprungen, die dann gewöhnlich von einer austretenden Vene begleitet sind.

An der vorderen Fläche des Rückenmarkes ist immer ein

in der Mittellinie gelegener longitudinaler geschlängelter Arterienzug angebracht, welcher von Stelle zu Stelle durch die zutretenden vorderen Zweige verstärkt wird. Oben ist es die Vertebralis, welche den ersten ramus spinalis hiefür absendet, und unten setzt sich derselbe als dünnes Gefäss am filum terminale fort. Die mit den vorderen Nervenwurzeln verlaufenden Zweige treten an den Zug heran und sind sämmtlich stärker, aber weniger zahlreich als die hinteren, denn auch hier entspricht nicht jeder Nervenwurzel eine Arterie. An der Hals- und Lendenanschwellung ist der mittlere Arterienzug fast doppelt so dick und stärker gewunden, als der an dem dünnen Brusttheil. Am Halstheile des Rückenmarkes bilden die beiderseitigen Arterien, indem sie sich an der vorderen Fläche mit einander vereinigen, kleine Kränze, welche ich nur hier und äusserst selten an dem Lumbaltheile wahrnehme. Ueber diesen Arterienzug geht ein in gerader Richtung verlaufender Bindegewebestreif hinweg, welcher denselben in sicherer Lage erhält. Es liegt nämlich die Arterienkette nicht in der Tiefe der Substanz der pia mater, sondern nur in der oberflächlichen Schichte derselben und bedurfte daher dieser Befestigungsweise.

Vergleicht man das Verhalten zweier Spinalarterien in ihrem Verlauf und ihrer Vereinigung mit den Carotiden und Vertebralarterien, so findet man die letzteren mit den ersteren übereinstimmen. Die aus der Vereinigung der beiden Vertebralarterien entstandene arteria basilaris ist als Fortsetzung der Arterienkette des Rückenmarkes anzusehen und der circulus arteriosus Willisii ist in seiner Anordnung analog der Arterien-Verbindung und Verbreitung an der vorderen Fläche des Rückenmarkes. Man kann an dem Rückenmark von Strecke zu Strecke arterielle Zirkel

unterscheiden, in denen das Blut, von beiden Seiten herabkommend, sich ebenso begegnet, wie in den arteriellen Bahnen an der Gehirnbasis. Dass die pia mater cerebri, als Trägerin der Gefässe, zum Gehirn in ähnlicher Beziehung steht, wie die Gefässhaut zum Rückenmark, bedarf als längst bekannte Thatsache keiner besonderen Erwähnung. Die Gefässe gehen von diesen Häuten aus und senken sich in das Innere des Gehirns und Rückenmarkes, wo sie in der weissen und grauen Substanz die bekannten Capillargefässnetze bilden. —

Wenn Anastomosen zwischen Gefässen bestehen, wie dieselben in dem Wirbelkanal und an dem Rückenmark sich vorfinden, so gilt für die Blutbewegung in denselben der Satz: dass verschiedene Wege nach einem und demselben Ziele führen. Ich habe mich durch direkte Beobachtung mit der Lupe an den Anastomosen im Froschmesenterium überzeugt, dass hier die Strömung des Blutes eine wechselnde ist, d. h. dass dieselbe in einer Anastomose nach zwei entgegengesetzten Richtungen stattfindet. Einmal sieht man, dass der Strom von rechts nach links, das anderemal, dass er von links nach rechts geht. Die Anastomosen ermöglichen einen gleichmässigen Blutzufluss nach irgend einem bestimmten Organ. Wenn der Strom in dem einen Gefäss aus irgend zufälligen Ursachen unterbrochen wird, so kann in dem anderen der Zufluss ungehindert stattfinden. Diese Erscheinungen bei der Blutbewegung in Anastomosen gelten auch für die Gefässverbindungen in dem Wirbelkanal und der Schädelhöhle, in dem Gehirn und Rückenmark. Ich möchte aber für die regelmässigen Anastomosen in diesen Körpertheilen die Frage aufwerfen: ob für die Blutbewegung in denselben nicht noch andere Bedingungen ausser den erwähnten in Betracht kommen?

Sollte nicht der Druck in einem Gefäss, in welchem die Blutsäulen von beiden Seiten her bewegt werden und unter einem bestimmten Winkel sich treffen, ein anderer werden, als der in einem einfach dichtotomisch sich theilenden? Ist es nicht zweifellos, dass, wenn sich zwei Blutströme, von denen jeder unter einem bestimmten Druck steht, scheitelrecht oder unter einem bestimmten Winkel treffen, der Seitendruck sich verstärkt? Wird der Seitendruck unter den erwähnten Verhältnissen gesteigert, so ist in den Gefässbogen eine die Blutbewegung fördernde Bedingung gegeben.

Wäre das Gesetz der Blutbewegung in verzweigten Röhren klar durchschaut, so liessen sich gewiss für die Circulation des Blutes in den Gefässen des Wirbelkanales und anderer mit Arterienbögen versehener Körpertheile die interessantesten Folgerungen ableiten. Ich überlasse die erwähnten Fragen den Physiologen zur Entscheidung.

B. Die Nervenverzweigung in dem Wirbelkanal und der Schädelhöhle.

Um den Entdeckungen früherer Forscher gerecht zu werden, will ich vorerst einen Blick auf die sehr kurze Geschichte unseres Gegenstandes werfen, wobei sich vor allem ergibt, dass die Alten keine Kenntnisse von den Nerven des Wirbelkanales hatten. Die ersten Nachrichten hierüber erhielten wir von Purkinje[1]),

[1]) Archiv für Anatomie und Physiologie von J. Müller 1845.

Kobelt[1]), Engel[2]) und Kölliker[3]), welche auf makroscopischem und miskroscopischem Wege Nervenelemente an und in der Wirbelsäule erkannten, ohne jedoch die Abstammung derselben ermittelt zu haben.

Luschka[4]) war der Erste, welcher Nerven von dem Sympathikus und dem Rückenmark ausgehend, zu dem Sinus des Wirbelkanales und den Wirbelkörpern verfolgte und dieselben nervi sinu-vertebrales nannte. —

Das eigenthümliche Verhalten jedoch der in den Wirbelkanal eintretenden Nerven, sowohl an der vorderen als an der hinteren Wand, die Beziehungen derselben zu einander und zu denen der Schädelhöhle, die Schlingenbildung zwischen den Nerven derselben und denen der gegenüber liegenden Seite, sowie ihre Verbreitung in der dura mater spinalis und dem Rückenmarke blieben auch Luschka unbekannt und bis zur Gegenwart ungelöste Aufgaben.

Die folgenden Mittheilungen enthalten die Resultate meiner zahlreichen makroscopischen und mikroscopischen Untersuchungen über diese Nerven, welche nicht nur auf den Menschen allein beschränkt blieben, sondern auch auf die Mehrzahl unserer Hausthiere ausgedehnt wurden.

Wir haben hiebei zu betrachten:

1) Die Abstammung der in den Wirbelkanal eintretenden Nerven vom Sympathikus und den Spinalzweigen; ihren Verlauf

---

[1]) S. Arnold, Handbuch der Anatomie, Bd. I. S. 245 — 246.

[2]) Zeitschrift der Gesellschaft der Aerzte in Wien, IV. Jahrgang, Bd. I.

[3]) Verhandlungen der physicalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg 1850, Bd. I.

[4]) Luschka, die Nerven des menschlichen Wirbelkanales, Tübingen 1850.

und Verbreitungsmodus an den Wänden des Wirbelkanales; ihr mikroscopisches Verhalten zu den Gefässen, Bändern und Knochen und ihre analogen Beziehungen zu der Nervenverbreitung innerhalb der Schädelhöhle;

2) die Nerven, welche für das Rückenmark und seine Häute bestimmt sind und von den peripherischen Bahnen an den Wandungen theilweise abstammen. Hier soll auf Grund zahlreicher Beobachtungen gezeigt werden, dass Rückenmark und Gehirn ebenso mit Nervenelementen versorgt werden, wie jedes vegetative Organ.

I.

Die Nervenverbreitung an den Wänden des Wirbelkanales.

1. Die Nerven an der vorderen Wand.

Die Angabe Luschka's, dass die in den Wirbelkanal gelangenden Nerven zum grössern Theil von den Spinalnerven, und zum kleineren Theil vom Sympathikus abstammen sollen, finde ich nicht bestätigt.

Aus dem Grenzstrang des nervus sympathicus treten nämlich die bekannten rami communicantes hervor, ziehen an den vier Wirbelabtheilungen in verschiedener Richtung gegen die Intervertebralöffnungen und setzen sich mit den Rückenmarksnerven in Verbindung, d. h. dieselben gehen grösstentheils in die peripherischen Bahnen der letzteren über. Eine ansehnliche Zahl der Nervenbündel, welche in dem ramus communicans enthalten sind, wenden sich, bevor noch das gemeinsame Stämmchen der Rückenmarksnerven erreicht ist, gegen die Intervertebralöffnung,

um getheilt oder als einfaches Stämmchen in den Spinalkanal zu gelangen.

Das Verhalten der aus dem ramus communicans hervortretenden und für den Wirbelkanal bestimmten Zweige ist variirend, denn mitunter findet man, wie erwähnt, nur einen Zweig, mitunter jedoch, und dieses ist der häufigere Fall, zwei und drei Zweige, welche dann in Gemeinschaft mit den Arterien zu ihren Bestimmungsorten gelangen. Diesen sympathischen Nerven gesellen sich Rückenmarksnervenzweige zu, welche aus dem gemeinsamen Stämmchen hervortreten und in Bezug auf ihre Ursprünge weniger Variationen zeigen, als die sympathischen. Wenn man eine Anzahl Präparate auf diese Verhältnisse hin untersucht hat, so wird man bald zur Ueberzeugung gelangt sein, dass für diese Nervenursprünge ein übereinstimmender Typus gegeben ist, und dass die Ausnahmen nur scheinbar sind, indem dieselben in der Regel einer unvollständigen, oberflächlichen Untersuchungsmethode zugeschrieben werden müssen. Man wird hiebei zu derselben Annahme gedrängt, wie sie für viele Organe festgestellt wurde, dass die Ursache einer Abweichung von dem typischen Verhalten, wenn dieselbe als wirklich bestehend erkannt wird, in mehr zufälligen Entwicklungseigenthümlichkeiten benachbarter Theile ihren Grund hat. Wenn beispielsweis in dem Wirbelkanal eine Arterie eine Abweichung erleidet, so findet man die Lagerungsverhältnisse des Nerven zu derselben verändert, und hiermit zugleich seinen Ursprung, Verlauf und seine Verbreitungsweise.

Da der fragliche Nerv aus dem von den beiden Spinalnervenwurzeln gebildeten Stämmchen ausgeht, und zwar sehr bald hinter dem ganglion intervertebrale, so kann auf anatomischem Wege nicht leicht festgestellt werden, von welcher Rückenmarks-

wurzel, ob von der vordern oder von der hintern, die Nervenelemente abstammen.

Am besten eignen sich zur Untersuchung dieser Nervenursprünge neugeborne Kinder und Embryonen, bei denen man den ganzen hierbei in Betracht kommenden Nervenbezirk herausnehmen und mit verdünnter Essigsäure oder Natron so durchsichtig machen kann, dass dieselben dem freien oder bewaffneten Auge ziemlich klar erscheinen. Trotzdem aber dass an jungen Embryonen die Untersuchung nicht sehr schwierig ist, konnte ich doch zu keinem vollkommen sicheren Resultate gelangen. Es wäre gewiss für Physiologie und Pathologie von grossem Werth, den bestimmten Nachweis liefern zu können, ob die Abstammung dieser Nerven von der motorischen oder sensibeln Wurzel oder von beiden stattfindet. Wenn man den Spinalnerv mit den davon ausgehenden verschiedenen Nervenfäden auf einer Glasplatte ausbreitet und mittelst verdünnter Essigsäure durchsichtig macht, so gelingt es mitunter bei Anwendung einer mässig starken Compression die fraglichen Züge durch das gemeinsame Stämmchen hindurch nach den Nervenwurzeln verfolgen zu können. Ich habe mit Bestimmtheit Zweige, welche für den Wirbelkanal bestimmt sind, in das Intervertebralganglion hinein verfolgt und es wäre somit der Ursprung aus der sensibeln Wurzel constatirt. Mitunter glaubte ich auch einzelne Bündel in die motorische Wurzel hineintreten zu sehen, konnte jedoch keine Gewissheit darüber erlangen. Ich überlasse die Entscheidung, ob auch die motorische Wurzel Antheil an der Nervenverbreitung innerhalb des Wirbelkanales besitzt, experimentellen Untersuchungen, denn ich glaube, dass die Frage auf anatomischen Wege schwer oder gar nicht lösbar ist.

Die erwähnte zweite constante Ursprungsquelle ist die aus dem nervus sympathicus. Es wurde angegeben, dass die aus dem ramus communicans heraustretenden Zweige sich zur Arterie gesellen und mit den vertebralen Zweigen derselben in den Wirbelkanal gelangen. Ziemlich nahe dem ganglion intervertebrale gehen diese Verbindungen mit den aus der sensibeln Wurzel kommenden Zweigen ein, um vereint durch die Intervertebralöffnung in den Spinalkanal zu gelangen. Nach meinen Untersuchungen stellt sich das Grössenverhältniss oder die relative Zahl der Primitivfasern der sympathischen Wurzeln zu denen der Rückenmarksnerven wie 2 : 1.

Die approximative Zahl sämmtlicher Primativfasern ist 150; so dass auf 100 sympathische 50 Rückenmarksfasern kommen. Bevor noch der vereinigte Zweig, in welchem sich die Fasern innig mischen, die Wurzel des Wirbelbogens erreicht hat, findet eine Theilung in zwei ungleich starke Zweige statt, ebenso, wie es für die Arterien angegeben wurde. Sehr häufig beobachtet man, dass der eine von den beiden sympathischen Zweigen einen isolirten Verlauf bis in den Spinalkanal nimmt und hier erst Verbindungen mit den übrigen eingeht, deren später gedacht werden soll. —

Hat die Theilung stattgefunden, so geht der stärkere Zweig (etwa zwei Drittel des ganzen Stämmchens) nach aufwärts, der schwächere nach abwärts, beide dem Verlaufe der Arterien folgend, ohne jedoch an derselben unmittelbar anzuliegen.

Der nach oben ziehende stärkere Zweig[1]) (sieh Fig. I.), nimmt seine Lage entweder nach rückwärts vom Venensinus,

[1]) Man könnte diese an der vordern Wand des Wirbelkanales sich verästelnden Zweige: nervi anteriores canalis spinalis bezeichnen.

dicht auf dessen Wandungen anfliegend, und somit ziemlich entfernt von der Arterie, oder nahe der hinteren Wirbelkörperfläche, ganz in der Nähe der Arterie. In dem letztern Fall wird der Nerv nach vorne begrenzt von der Knochenfläche und nach rückwärts von dem Venensinus, oder er wird an einzelnen Stellen von den sich vereinigenden Venen allseitig umschlossen, Verhältnisse, welche bei Stagnation des Blutes in den zahlreichen den Wirbelkanal auskleidenden Sinus von nicht geringer praktischer Bedeutung sein mögen. Geht der Nervenzweig rückwärts am Venensinus vorbei, so gesellt er sich erst neben dem longitudinalen Bande zur Arterie, denn diese liegt regelmässig nahe der Knochenfläche vor dem Sinus. Von dem Eintritt des Nervenzweiges in das foramen intervertebrale bis zur Ankunft seitlich am Längsbande findet eine nach allen Richtungen verlaufende Verzweigung statt. Knochen, Intervertebralscheibe, Bänder und Gefässe erhalten zahlreiche Fäden. Ich kenne keinen animalen Körpertheil, welcher so reichlich mit Nerven versehen ist, wie die verschiedenen Gebilde des Wirbelkanales.

Neben dem Längsbande vereinigt sich der erwähnte Zweig mit dem benachbarten schwächeren, welcher ihm entgegen zieht. Dieser, welcher mitunter direkt von dem Sympathicus ausgeht, ohne sich mit den spinalen Elementen zu vereinigen, gelangt fast regelmässig unter dem früher erwähnten Schutzbande gemeinschaftlich mit dem Arterienzweige hindurch und nimmt seine Lage neben dem Längsbande, zwischen Knochenfläche und Venensinus. Durch die gegenseitige Vereinigung zweier benachbarter Nervenzweige, welche regelmässig in allen Wirbelabtheilungen vorhanden ist, entsteht eine Nervenschlinge, die in ihrer formellen Anordnung dem oben beschriebenen Ge-

fässbogen entspricht, und in ähnlicher Beziehung wie diese zu den angrenzenden Gebilden steht.

Wenn die Vereinigung der sympathischen Nerven mit den spinalen nicht bei ihrem Eintritt in den Wirbelkanal stattfindet, so setzt sich jedenfalls eine Schlinge mit der andern in der Nähe des Längsbandes in Verbindung, d. h. es tauschen diese ihre Nervenelemente gegenseitig aus. An Fig. I. sind nur links oben und rechts unten die aus sympathischen und spinalen Nerven vereinigten Stämmchen dargestellt, während in den übrigen Intervertebralöffnungen das einemal ein spinaler Zweig zum sympathischen und das anderemal ein sympathischer zum spinalen gelangt. Dass der untere schwache Zweig, von seinem Ursprunge bis zur Vereinigung mit dem benachbarten, Fäden nach allen Richtungen aussendet, bedarf keiner besondern Betonung. Sollte diese Schlingenbildung zwischen den Nerven vermisst werden, so ist sicher anzunehmen, dass der Grund in der nicht richtigen Behandlungsmethode liegt. Ich habe bei vorsichtiger Behandlung der Präparate von Erwachsenen und Neugebornen, welche mit verdünntem Chlorzink injicirt waren, die Schlingen niemals vermisst.

Die beiderseitigen Schlingen setzen sich in gegenseitige Verbindung mittelst eines queren, durch die tiefe Schichte des Längsbandes hindurch gehenden Astes, welcher ebenso constant zu finden ist, als die Schlinge selbst. Seine Darstellung ist deswegen schwer, weil er an der erwähnten Stelle durch das Längsband hindurch geht und somit von der Arterie abgegrenzt ist. Auch aus diesem queren Verbindungsglied der beiden Schlingen gehen nach verschiedenen Richtungen Fäden weg, welche die angrenzenden Gebilde als Verbreitungsbezirke aufsuchen.

Die gegebene Beschreibung kann auch für die Nerven an der vordern Wand des Lenden- und Brustabschnittes des Wirbelkanales Anwendung finden, denn mit Ausnahme der später zu erwähnenden verschiedenen Stärke der eintretenden Nervenzweige habe ich keine erwähnenswerthe Abweichung wahrgenommen.

An den Nerven des Kreuzbeinkanales hat Luschka schon die Beobachtung gemacht, dass dieselben entfernt von dem Ganglion intervertebrale entspringen. Es liegen nämlich die Ganglien innerhalb des Kanales und wenn die von denselben sich fortsetzenden Nerven die foramina sacralia passiren, gehen Zweige von ihnen weg, die mit den von den Sacralganglien des Sympathikus kommenden Fäden die vordere Wand des canalis sacralis aufsuchen. Ich finde, dass die Darstellung der Nerven an der vorderen Wand des Kreuzbeinkanales, vom ersten nervus sacralis bis zum Coccygeus herab, leichter ist, als die in den übrigen Wirbelabtheilungen. Man kann hier die seitlichen Schlingenbildungen der über einander eintretenden Nerven, so wie die queren Verbindungen derselben unter dem brückenartig ausgespannten schmalen ligamentum longitudinale sehr gut sehen. Ich habe sehr oft die Ursprünge der Wirbelkanalnerven an den unteren schwachen Sacralnerven untersucht, in der Hoffnung, die Abstammung derselben aufklären zu können, bin jedoch zu keinem besseren Resultate gelangt, als oben für den Lumbaltheil angegeben wurde.

In dem Halstheile der Wirbelsäule sind die Ursprünge der in den Spinalkanal eintretenden Nerven in mehrfacher Beziehung von den erwähnten abweichend. Die arteria vertebralis im Verein mit den, ihrem Verlaufe folgenden, sympathischen Nerven bedingt die Abweichungen.

Obschon die rami communicantes des Sympathikus auch hier die vertebralen Nerven direkt absenden, so ist es doch auch der plexus vertebralis selbst, welcher Fäden in den Wirbelkanal hineinschickt. Die Spinalnerven ziehen hinter der arteria vertebralis nach Aussen und geben, an der lateralen Fläche derselben angekommen, schwache Fäden weg, die vereint mit sympathischen den Wirbelkanal aufsuchen.

Der spinale Zweig zieht somit bogenförmig um die Arterie herum, sendet Fäden zum plexus vertebralis und tritt zwischen ihr und dem Knochen zur vorderen Wand des Wirbelkanales. Zwischen dem sechsten und siebenten Halswirbel, und zwischen diesem und dem ersten Brustwirbel gehen Zweige, welche von dem ganglion cervicale inferius direkt kommen, in Begleitung der Arterienäste des truncus costocervicalis in den Spinalkanal. Der Verbreitungsmodus der Nerven an der vorderen Wand des Vertebralkanales ist in dem Halstheil analog dem beschriebenen in den übrigen Wirbelabtheilungen und entspricht im Allgemeinen der Arterienverzweigung. Die lateralen constant vorhandenen Schlingen liegen nahe den Wurzeln der Wirbelbogen, ebenso wie die Arterienbogen. Die queren Züge, welche die Schlingen in gegenseitige Verbindung setzen, sind ziemlich lang und oft doppelt vorhanden.

In dem dritten, zweiten und ersten foramen intervertebrale ändert sich das Verhalten der Nerven, indem dieselben hier dem Verlaufe und der Verzweigung der Gefässe folgen. Der von dem Spinalnerv und dem plexus vertebralis ausgehende nervus anterior canalis spinalis gelangt durch das dritte foramen intervertebrale und theilt sich in zwei Zweige, wovon der eine schwächere nach abwärts zieht und sich mit dem benachbarten

in Verbindung setzt, und der andere obere stärkere dem Verlaufe der früher erwähnten Arterie folgt. Dieser erhält, während er an dem foramen intervertebrale secundum et primum vorbei geht, von dem Sympathikus und den beiden ersten Spinalnerven Verstärkungszweige und zieht dann um die Spitze des processus odontoideus herum, dicht an der Arterie anliegend. Das ligamentum transversum, die ligamenta alaria, das Aufhängeband des Zahnfortsatzes und die membrana ligamentosa erhalten von dieser Nervenbahn reichliche Fäden. Ein nach aussen und oben ziehendes Nervenbündel, welches einen Theil der genannten Bahn darstellt, vereinigt sich mit dem durch das foramen condyloideum eintretenden Nerv, auf welchen ich später, bei Beschreibung der Schädelwirbelnerven, zurückkommen werde.

Wir ersehen aus der gegebenen Darstellung, dass die Nervenausbreitung in dem Halstheile der Wirbelsäule dem Verhalten der Gefässe entspricht und im Allgemeinen eine Uebereinstimmung zeigt mit der Nervenanordnung in den tiefer gelegenen Wirbelabtheilungen. Der einzige Unterschied ist darin gegeben, dass der Zug, welcher durch das dritte foramen intervertebrale verläuft, stärker ist, als die durch die übrigen Zwischenwirbellöcher eintretenden. Der einfache Grund dafür, dass diese Nervenbahnen besonders stark gefunden werden, scheint darin gegeben zu sein, dass der interessante schöne Bandapparat zwischen Hinterhaupt, Atlas und Epistropheus zahlreicher Nervenelemente bedarf und dieselben auf dem erwähnten Wege zugeführt erhält.

Untersucht man bei Thieren die Beziehungen der sympathischen zu den spinalen Nerven, zur arteria vertebralis und zum Wirbelkanal, so findet man Verhältnisse, wie die oben an-

gegebenen. Der Grenzstrang des nervus sympathicus verhält sich bei den Säugethieren von dem unteren Halsganglion an bis in die Beckenhöhle herab ähnlich wie bei dem Menschen. Die Beziehung des Sympathikus zu den Rückenmarksnerven, d. h. die Verbindung der beiden Nervensysteme untereinander, bietet bei den Thieren keine wesentlichen Abweichungen dar. In der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle kann man von den rami communicantes ausgehende Zweige verfolgen, welche im Verein mit spinalen Nerven durch die foramina intervertebralia in den Wirbelkanal gelangen und an der vorderen Wand desselben ein Verhalten zeigen, welches mit dem oben beschriebenen bei dem Menschen übereinstimmt. Die beiderseitigen Schlingenbildungen der Wirbelkanalnerven und ihre queren Anastomosen habe ich zuerst an Thierembryonen kennen gelernt. Vorzüglich schön und klar sind dieselben bei ziemlich grossen Rindsembryonen wahrzunehmen, besonders dann, wenn die Präparate mit verdünntem Chlorzink behandelt werden.

Von den Säugethieren, welche ich bezüglich dieser Fragen untersuchte, waren es Pferd, Rind, Schaf, Schwein, Hund, Katze und Kaninchen. Auch bei Vögeln, Fischen und Amphibien habe ich vom Sympathicus und den Spinalnerven Zweige ausgehen sehen und zur vorderen Wand des Spinalkanales bis zu den Gefässen und Knochen verfolgt. Ich konnte jedoch hier, wenn ich das Periost des Spinalkanales mit den Gefässen aus seiner Lage nahm und einer sorgfältigen Untersuchung unterwarf, nicht die gegenseitigen Beziehungen der durch die Intervertebralöffnungen eintretenden Nerven, wie bei den Säugethieren, erkennen. Bei den Vögeln glaubte ich mitunter Verbindungen der beiderseitigen Nerven an der vorderen Wand des Wirbelkanales wahr-

nehmen zu können, ohne jedoch zu einer bestimmten Ueberzeugung gelangt zu sein.

Gleichwie bei vielen Säugethieren in dem Halstheile der Wirbelsäule die eigenthümliche Anordnung der arteria vertebralis gegeben ist, so auch die der Nerven. Von dem ganglion cervicale inferius gehen zwei fast gleichstarke Nervenbahnen nach aufwärts, wovon die eine vordere dem Verlaufe der Carotis, die andere hintere, welche Zweige aus den Spinalnerven des Halses aufnimmt, dem der Vertebralis entspricht. Die vertebrale Nervenbahn ist, wie schon erwähnt, nicht viel schwächer als der mit der Carotis emporsteigende Grenzstrang. Man kann hier nicht wie bei dem Menschen von einem plexus vertebralis sprechen, sondern es wäre bezeichnender, die vertebrale Nervenbahn mit dem Namen nervus oder truncus vertebralis nervi sympathici zu belegen, wie es von älteren Autoren geschehen, denn zu einer Plexusbildung kömmt es bei der arteria vertebralis nur an dem obern Ende derselben. Folgen wir bei der Beschreibung der beigegebenen Abbildung Fig. IV., welche von einem fast ausgetragenen Rindsembryo gewonnen ist, so ergibt sich Folgendes:

Auf dem Wege durch die foramina transversaria der Querfortsätze gehen feine Zweige von den vertebralen Nerven aus, welche sich durch die Zwischenwirbellöcher zur vorderen Wand des Spinalkanales begeben und hier zu den Gefässen und den benachbarten Nerven das schon beschriebene Verhalten zeigen.

Dem stärkeren Zweige der arteria vertebralis, welcher durch das dritte foramen intervertebrale in den Wirbelkanal gelangt und zu dem rete mirabile emporsteigt, folgt auch die sympathische vertebrale Nervenbahn. Wir sehen hier die grössere

Hälfte der Nerven mit den Gefässen emporziehen und auf diesem Wege mit den gegenüber liegenden regelmässige Verbindungen eingehen. Der gegenseitige Austausch zwischen den Nerven der rechten und linken Seite ist ganz ähnlich, wie in den tiefer gelegenen Wirbelabtheilungen. Schwache Zweige, welche durch die Oeffnungen in dem Atlas und Epistropheus eintreten, gesellen sich zu dem Hauptzug. Durch das foramen condyloideum tritt der nervus meningeus posterior in die hintere Schädelgrube und setzt sich durch seine inneren Zweige mit dieser Nervenkette in Verbindung. Auf das nähere Verhalten dieser Nerven zum plexus caroticus komme ich weiter unten noch zurück.

Die bisherige Beschreibung hatte nur die macroscopisch-wahrnehmbare Verbreitungsweise der Nerven an der vorderen Wand des Wirbelkanales im Auge und es sollen hier die Resultate der microscopischen Untersuchungen angereiht werden, welche zugleich als Controle für das Mitgetheilte betrachtet werden können.

2. Das microscopische Verhalten der Nerven an der vorderen Wand des Wirbelkanales.

Die microscopische Untersuchung beschäftigt sich mit folgenden Fragen:

Wie verhalten sich die in den Wirbelkanal eintretenden Nervenfasern an ihrem Ursprunge zu dem Sympathikus und den Spinalnerven?

Berechtigen die verschiedenen Grössenverhältnisse der Primitivfasern zu einem Schlusse auf die Abstammung von den beiden Rückenmarkswurzeln?

Wie verhält sich die Zahl und Anordnung der Fasern in den seitlichen und queren Schlingen und wie ist das Verhalten der davon abgehenden Zweige und die Verbreitung derselben in den Knochen, Bändern, Arterien und Venen?

Will man über die Ursprungsverhältnisse der Nerven einigermassen klaren Aufschluss erlangen, so ist grosse Vorsicht in der Behandlung der Präparate nothwendig, denn an den Stellen, wo die Wirbelkanalnerven aus dem Sympathikus und den gemeinsamen Rückenmarksstämmchen hervortreten, gehen noch zahlreiche Zweige für verschiedene, ausserhalb des Wirbelkanales gelegene, Gebilde hervor. Man muss die stärkeren Zweige an der vorderen Wand loslösen, um grössere Stücke derselben in Gemeinschaft mit den sympathischen und spinalen Nerven auf einer Glasplatte ausbreiten zu können. Bedeckt man eine solche Nervenpartie mit einem dünnen Glase, welches etwas kleiner als die erwähnte Glasplatte ist, und legt dieselbe, zwischen die zwei Gläser eingeschlossen, einige Stunden in sehr verdünnten Holzessig oder auch in verdünnte Essigsäure oder Natron, so kann man bei Anwendung einer 50 — 60 fachen Vergrösserung den einzelnen Bahnen leicht nachgehen, besonders wenn man eine mässige Compression ausübt. In der Regel kann man drei ungleich grosse Bündel unterscheiden, wovon das stärkste dem ramus communicans nervi sympathici angehört und die beiden schwachen den Spinalnerven.

Mitunter lagern sich die dünnen Zweige der Art, dass man denselben bis in die Rückenmarkswurzeln nachgehen kann. Die sensible Abstammung aus der hintern Wurzel ist sehr leicht nachweisbar, während ein Zusammenhang mit der motorischen Wurzel fraglich blieb. Wenn es gelingt, das Neurilem voll-

ständig von dem Wirbelkanalnerv zu entfernen, so kann man die Primitivfasern der drei Bündel klar übersehen und wahrnehmen, dass in jedem einzelnen Bündel Fasern von sehr wechselndem Durchmesser sich befinden.

Die mit den Spinalnerven zusammenhängenden Zweige enthalten vorherrschend schmale, doppelt contourirte Primitivfasern mit einigen in dem Innern verlaufenden breiten Nervenröhren. Man kann hier durchaus nicht vorherrschend schmale oder breite Fasern erkennen, sondern sie sind in allen möglichen Uebergangsformen vorhanden. In den vom Sympathikus abstammenden Zweigen scheinen die schmalen Fasern vorwaltend, obschon auch hier viele mittlerer Grösse angetroffen werden. Die Grössenverschiedenheiten der Primitivfasern berechtigen nicht, einen Schluss auf die Abstammung derselben zu ziehen.

Wenn man an den vom Neurilem entfernten Nervenstämmchen eine approximative Zählung unternimmt, so kann man auf eine Durchschnittszahl von 150 Primitivfasern gelangen. Zwei Drittel (100) der Fasern kommen auf den Sympathikus und ein Drittel (50) auf die spinalen Zweige, ein Verhalten, welches der Angabe Luschka's nicht entspricht.

In den vom Sympathikus abstammenden Zweigen trifft man auf eine nicht geringe Anzahl der bekannten s. g. Remak'schen Fasern oder wie sie Henle nannte, gelatinösen Nervenfasern. Wenn Henle die Kernfasern mit dem Namen gelatinöse Nervenfasern belegte, so wollte er damit nichts anderes, als das Vorkommen in Nerven bezeichnet wissen, und trotz der Benennung »Nervenfasern« die Möglichkeit offen lassen, dass sie in den Stand des Bindegewebes zurückgestellt werden können.

Valentin[1]) und Bischoff[2]) haben sich schon vor langer Zeit gegen die Auffassung, dass die gelatinösen mit Kernen besetzten Fasern zu den Nervenprimitivfasern zu zählen seien, ausgesprochen, während Kölliker eine vermittelnde Ansicht vertritt. Dieser Forscher hält die von Remak zuerst als Nervenfasern beschriebenen Elemente zum Theil für Bindegewebe, zum Theil für Nervenprimitivfasern.

Ich habe bei meinen Untersuchungen eine Methode für alle isolirt zugänglichen Nervenzweige durchgeführt, welche, wie ich glaube, zur Erledigung der bis zur Gegenwart bestehenden Controverse beitragen dürfte.

Gehören die kernhaltigen Remak'schen Fasern zu den Nervenprimitivröhren, so müssen dieselben, bei Entfernung der Scheide eines Nervenzweiges, mit den einfach oder doppelt contourirten Fasern gemischt sich vorfinden. Entfernt man das Neurilem von einem dünnen Zweig, was mitunter sehr gut an Präparaten gelingt, welche mit verdünntem Chlorzink behandelt wurden, so findet man die contourirten Primitivfasern gruppenweise beisammenliegend und man sucht bei ihnen vergebens nach den charakteristischen kernhaltigen Fasern. Ein in dieser Weise behandeltes Nervenbündel lässt sich ohne starke Zerrung so auflockern, dass man die Primitivfasern einzeln überblicken kann. Untersucht man das von dem Nervenzweig abgestreifte Neurilem für sich, so sind hierin alle Kernfasern mit dem übrigen Bindegewebe gemischt wahrzunehmen, während die sehr wenigen in der Zellgewebscheide zurückgebliebenen doppelt con-

[1]) Handbuch der Entwicklungsgeschichte 1835.

[2]) Die Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen 1842.

tourirten Primitivfasern als abgerissene Fragmente erscheinen. Mitunter gelingt es, Objekten zu begegnen, welche in dem abgestreiften Neurilem auch nicht eine Nervenfaser enthalten, aber alle in demselben zerstreut umher liegenden Kernfasern. Diese bei einiger Uebung einfache Untersuchungsmethode ergibt zunächst, dass die mit den charakteristischen Kernen besetzten gelatinösen Fasern zum Neurilem in einer innigeren Beziehung stehen, als zu den doppelt contourirten Fasern, denn wären die ersteren zu dem Bindegewebe nicht in anderer Art gelagert als die letzteren, so müsste man dieselben bei den Primitivfasern und dem Neurilem gleichzeitig finden. Diese Beziehung der Kernfasern zu dem Neurilem entscheidet jedoch immer noch nicht allein über ihre Natur und ihre functionelle Bedeutung. Es sind ausserdem zahlreiche andere Gründe vorliegend, welche zu der Ansicht drängen, die gelatinösen Nervenfasern dem Bindegewebe anzureihen. Die Anwendung der verschiedenartigsten Reagentien auf die gelatinösen Nervenfasern lehrt, dass dieselben in ihrer chemischen Constitution von den doppelt contourirten Primitivfasern wesentlich verschieden sind. Bei Einwirkung der verschiedenen Säuren wie: Salzsäure, Essigsäure, Salpetersäure und anderen in verschiedenen Concentrationsgraden, beim Gebrauch des verdünnten Natron und des verdünnten Holzessigs zeigen die Remak'schen Fasern ein Verhalten ganz ähnlich dem Bindegewebe. Lässt man einen sehr verdünnten Holzessig auf die hier in Frage stehenden Objekte einwirken, so bleiben die doppelt contourirten Primitivfasern mit ihren bekannten charakteristischen Eigenschaften sichtbar, während das Bindegewebe und die Remak'schen Fasern fasst vollständig durchsichtig geworden sind.

Auch Kollmann[1]) hat zahlreiche Untersuchungen über die Kernfasern im nervus vagus angestellt und sich entschieden für die Bindegewebsnatur derselben ausgesprochen. Remak[2]) wird für seinen Satz: dass es eben so physiologisch verschiedene Arten von Nervenfasern gebe, als verschiedene Nervensysteme, nach dem heutigen Standpunkte unserer Wissenschaft, keine Unterstützung finden; eben so wenig, als die vermittelnde Ansicht, dass ein Theil der gelatinösen Fasern Nervenelemente und ein anderer Theil Bindegewebe sei. Indem ich mittheile, dass bei meinen Untersuchungen alle s. g. gelatinösen Nervenfasern nicht als Nervenelemente, sondern als zum Bindegewebe gehörig betrachtet wurden, gebe ich zugleich meine bezügliche Stimme ab.

In den Stämmchen, welche aus dem Sympathikus und den Rückenmarksnerven entstanden sind, finden sich die Nervenelemente in einer Weise durcheinander gemengt, dass die einzelnen sympathischen Züge sich bis zur Seitenschlinge verfolgen lassen. Wie oben angegeben wurde, enthalten dieselben im Durchschnitte 150 Primitivcylinder, welche für den Wirbelkanal bestimmt sind: Da ein Abgang einzelner schwacher Zweige schon in der Intervertebralöffnung stattfindet, so treffen wir in den zur Bildung der angrenzenden Schlingen bestimmten Zweigen nur 115—130 Primitivfasern, umgeben von dem Neurilem, welches die besprochenen gelatinösen Fasern enthält, jedoch nicht in so grosser Anzahl, wie man dieselben in den sympathischen Nerven der Bauchhöhle beobachtet. Eine Zählung der Primitiv-Cylinder ist ausführbar, indem man eine ganze Schlinge von einem foramen inter-

---

[1]) Ueber den Verlauf des Lungenmagennerven in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 10.

[2]) Ueber ein selbständiges Darmnervensystem. Berlin 1847 S. 33.

vertebrale zum andern aus ihrer Lage nimmt und das Neurilem vom centralen Ende her abzustreifen sucht, so dass der Nerv zur Hälfte die Hülle besitzt, zur Hälfte von derselben befreit ist.

Wird das centrale Ende mit der Nadel etwas zerfasert, wodurch die einzelnen Fasern sich gruppenweise zu 10—15 lagern, so ist eine Zählung bei einer 150maligen Vergrösserung leicht ermöglicht. Da früher mitgetheilt wurde, dass jedes Aestchen, welches durch ein foramen intervertebrale eintritt, sich in zwei ungleich grosse Zweige theile, wovon sich jeder mit einem benachbarten vereinigt, so haben wir in jeder Schlinge zwei zuführende Bahnen, besonders dann, wenn sämmtliche in ihr enthaltenen Primitivfasern peripherisch abtreten. Ist das letztere nicht der Fall, ziehen vielmehr die Cylinder theilweise durch die Schlinge hindurch, so muss dieselbe auch als Verbindungsglied zwischen zwei sympathischen Ganglien oder zwei Spinalnerven betrachtet werden.

Die stärkere Bahn führt etwa 115—125, die schwächere 25—35 Fasern zur Schlinge, und ich glaube mich überzeugt zu haben, dass die erstere vorwiegend sympathische und die letztere vorwiegend spinale Nervenelemente enthält. Die Mehrzahl der in der Schlinge enthaltenen Fasern gelangt zu den Knochen, Bändern und Gefässen. Es bleiben jedoch Fasern in der Schlinge, welche man von einem centralen Ende zum andern verfolgen kann, und, wie mir wahrscheinlich wurde, gehören dieselben dem Sympathikus an. Ich habe Hunderte von diesen Schlingen untersucht und wurde zu der bestimmten Ueberzeugung gedrängt, dass Nervenfasern darin enthalten sind, welche nicht peripherisch abtreten, sondern von einem sympathischen Ganglion zum andern verlaufen und als Verbindungsglieder der

Ganglien des Grenzstranges, gleich den ausserhalb der Wirbelsäule gelegenen Zügen, zu betrachten sind. (Sieh Fig. V).

Die Zahl der in der Schlinge von einem Ganglion des Sympathikus zum andern verlaufenden Fasern schätze ich im Durchschnitt auf 20—25 und da durch sämmtliche Intervertebralöffnungen die Nerven in der angegebenen Weise eintreten und keinen Unterschied als nur den der relativen Stärke zeigen, so ist die Summe der im Wirbelkanal sich verbreitenden Nerven gewiss nicht gering. Ich finde die Stärke der Zweige, und somit die Zahl der darin enthaltenen Primitivfasern, der Stärke der Wirbelsäule proportional.

Am stärksten sind die Nervenzweige in dem Lendentheil des Wirbelkanales, wo sie häufig mehr als die angegebene Zahl der Primitivcylinder enthalten. Etwas schwächer zeigen sich die Nerven in dem oberen Brust- und dem ganzen Halstheile, sowie in dem unteren Ende des Kreuzbeinkanales. Wenn ich für die vier Wirbelabtheilungen die Durchschnittszahl der Primitivfasern in jedem Zweig, welcher sich in einem foramen intervertebrale ungetheilt befindet, auf 140 berechne und die aus der Schlinge nicht heraustretenden abziehe, so ergibt sich für die 31 Wirbelkanalnerven, welche paarig durch die Intervertebralöffnungen in den Spinalkanal gelangen und in demselben sich verzweigen, die Summe von etwa 7000 doppelt contourirten Primitivfasern. Dass die Zählung nicht auf mathematische Genauigkeit Anspruch machen kann, sonach die gewonnene Zahl eine approximative ist, bedarf für diejenigen keiner besondern Betonnung, welche aus eigener Erfahrung die Schwierigkeit einer derartigen Zählung kennen.

Da, wie erwähnt, je zwei benachbarte Nervenzweige derselben Seite sich zu einer Schlinge vereinigen, so haben

wir das Verhalten der Nervenbahnen an der Vereinigungs-Stelle einer nähern Betrachtung zu unterwerfen. Hat man eine ganze Schlinge von ihrem Neurilem befreit, ohne dass die Fasern in derselben zerrissen wurden, so kann man neben dem durch die Schlinge hindurch gehenden Zug viele Primitivfasern verfolgen, welche, von beiden Seiten herkommend, sich in der Mitte derselben gegenseitig »durchkreuzen«. Diese decussatio nervorum an den Schlingen der vorderen Wand des Wirbelkanales finde ich als ein constantes Faktum. Die Fasern gehen aus der obern Bahn in die untere über und umgekehrt, und zwar erscheinen die sich gegenseitig austauschenden Nerven gleich an Stärke und die einzelnen Primitivfasern verschieden im Durchmesser. (Sieh Fig. I. u. Fig. V).

An der Kreuzungsstelle begegnen sich die Fasern und gehen über dieselbe hinaus, um theilweise mit denen der entgegengesetzten Seite einen peripherischen Verlauf zu nehmen und theilweise in den Zug überzugehen, welcher die beiden Schlingen in dem Wirbelkanal in gegenseitige Verbindung setzt. Man kann demnach drei Richtungen der Nervenbahnen in jeder Schlinge unterscheiden, nämlich:

1) Fasern, welche durch die Schlinge hindurchgehen und je zwei sympathische Ganglien mit einander in Verbindung setzen;[1])

2) Fasern, welche von dem Ursprunge an bis zur Kreuzungsstelle in verschiedener Anzahl direkt abtreten; und

3) Fasern, welche über die Kreuzungsstelle hinausgehen, um mit den peripherischen Bahnen jenseits der Dekussation die Verbreitungsbezirke aufzusuchen.

---

[1]) Möglicherweise enthält dieser Zug auch spinale Nervenelemente, was ich nicht entscheiden konnte.

Ich habe in dem Schema Fig. V. das Verhalten der einzelnen Nervenbahnen in einer Schlinge zu geben versucht, ohne jedoch die Summe sämmtlicher darin enthaltenen Fasern anbringen zu können.

In der constant vorkommenden queren Verbindung zwischen zwei lateralen Schlingen findet ein Austausch zwischen den Nervenfasern der rechten und linken Seite statt. — Alle spinalen Nerven halten sich auf ihren Verbreitungsbezirken streng an die rechte und linke Körperhälfte. Die sympathischen Nerven dagegen, sowie einzelne Gehirnnerven tauschen ihre Fasern, da wo sie unpaare Organe versorgen, gegenseitig aus (Vagus). Zwischen den beiden Grenzsträngen des nervus sympathicus kennt man schon lange Zeit die queren Verbindungen der einzelnen Ganglien vor der Wirbelsäule; besonders entwickelt am Lumbal- und Kreuzbeintheile. Krause[1]) erwähnt auch quere Anastomosen zwischen den sympathischen Ganglien der Brusthöhle. An der vordern Wand des Wirbelkanales ist von dem Atlas bis zum Steissbein ein Austausch zwischen den Nervenbahnen der rechten und linken Seite in regelmässiger Anordnung gegeben. Die Verbindungsglieder zwischen den beiderseitigen Schlingen liegen, wie oben schon erwähnt wurde, in der tiefen Schichte des longitudinalen Bandes, abgegrenzt durch dieses von den Gefässen. Nachdem ich die queren Anastomosen einmal erkannt hatte, habe ich sie weder an Erwachsenen noch an Embryonen vermisst, obschon die Darstellung derselben nicht leicht ist.

Bringt man eine rechte und linke Schlinge mit der zwischen ihnen bestehenden Anastomose auf ein grosses Objektglas und behandelt dieselben in der oben angegebenen Weise mit ver-

---

[1]) Handbuch der Anatomie des Menschen. Hannover 1842.

dünntem Holzessig, so erkennt man den direkten Austausch der Primitivfasern zwischen den beiden seitlichen Nervenbogen. Auch hier erscheint die Frage als die wichtigste: ob die von der linken nach der rechten Seite und umgekehrt laufenden Fasern in die peripherischen Bahnen übertreten, oder ob dieselben Verbindungsglieder zwischen den beiderseitigen sympathischen Ganglien oder den spinalen Nerven darstellen.

Dass eine grosse Anzahl der Primitivfasern, welche von einer Schlinge zur andern gelangen, in die peripherischen Bahnen übergeht, kann man an gut behandelten und gelungenen Präparaten leicht und sicher constatiren. Man sieht Fasern von verschiedenem Durchmesser sowohl von der stärkeren als schwächeren Bahn einer diesseitigen Schlinge herkommen, in die quere Anastomose eintreten, und zu kleinen Bündeln gruppirt mit denen der jenseitigen Schlinge direkt abtreten, um zu den peripherisch gelegenen Gebilden zu gelangen (S. Fig. V. 4. 6).

Mit Bestimmtheit lässt sich nicht entscheiden, ob die in der queren Verbindung liegenden Fasern der spinalen oder der sympathischen Bahn angehören. Die stärkere Bahn der Seitenschlinge, welche grösstentheils sympathische Elemente führt, sendet mehr Nervenfasern in die quere Anastomose, als die schwächere, obschon letztere an der Bildung derselben auch Antheil nimmt. Einzelne Bündel, welche schmale Primitivfasern enthalten, sieht man von einer Schlinge zur andern ziehen, ohne wahrnehmen zu können, dass dieselben in peripherische Bahnen übergehen. Trotzdem dass die direkte Verfolgung dieser Nervenbahnen von einem centralen Ende der Schlinge zum andern sehr schwer ist, besonders dann, wenn sich das Neurilem nicht vollständig abstreifen lässt, so glaube ich doch aus zahlreichen Be-

obachtungen folgern zu können, dass Nervenfasern aus einer Schlinge in die andere gelangen, welche keinen peripherischen Verlauf nehmen, sondern als Verbindungsglieder zwischen je zwei beiderseitigen sympathischen Ganglien zu betrachten sind. Dass diese Züge die sympathischen Ganglien verbinden, ist deswegen anzunehmen, weil die Mehrzahl der in der queren Anastomose enthaltenen Fasern der starken Hälfte der Schlinge angehört und weil diese vorwiegend aus sympathischen Fasern besteht. Man findet somit in dem queren Verbindungsglied zwischen den beiderseitigen Schlingen:

1) Nervenfasern, welche aus der rechten in die linke Schlinge und umgekehrt gelangen und einen peripherischen Verlauf nehmen;

2) Fasern, welche nur den starken Hälften der Schlingen angehören und die als Verbindungsglieder zwischen je zwei beiderseitigen sympathischen Ganglien zu betrachten sind. —

Dieser eigenthümlichen Nervenanordnung an der vordern Wand des Wirbelkanales ist gewiss eine wichtige funktionelle Bedeutung nicht abzusprechen. Wenn wir sehen, dass in den beschriebenen Nervenbahnen, neben den für verschiedene Gebilde bestimmten Primitivfasern, Bündel vorhanden sind, die keinen peripherischen Verlauf nehmen, sondern nur Gangliengruppen in gegenseitige Verbindung setzen, so ist die Wahrscheinlichkeit gegeben, dass diese constant vorkommenden Anastomosen irgend welche physiologische Bedeutung haben. —

Was zunächst die seitlichen Schlingen anlangt, so können dieselben als vertebrale Verbindungsglieder für die Ganglien des Sympathikus angesehen werden. Gleichwie in der ganzen Länge des Grenzstranges von Ganglion zu Ganglion Nervenzüge ein-

geschaltet sind, welche ausserhalb der Wirbelsäule ihre Lage haben, so sind die seitlichen Schlingen, welche durch den Wirbelkanal hindurchgehen, als accessorische Verbindungsglieder zwischen je zwei sympathischen Ganglien zu betrachten. Der Wirbelbogen trennt die beiden Nervenzüge von einander. Der vordere stärkere Nervenzug gehört den vegetativen Höhlen, und der hintere vertebrale schwächere der animalen Röhre an. Aus den Ganglien und ihren vorderen Verbindungsgliedern gehen ebenso die Nervenzweige für die vegetativen Organe hervor, wie aus den Ganglien und den hintern vertebralen Zügen die Nerven für die animalen Organe und ihre Hüllen abstammen.

Die Verbindungen zwischen je zwei beiderseitigen sympathischen Ganglien kann man als Commissuren ansehen, die ähnlich sind den Commissuren der Centraltheile des animalen Nervensystems. Ebenso wie Gehirn und Rückenmark durch Commissuren in gegenseitige Verbindung gesetzt sind, so stehen die beiderseitigen Centralorgane des Sympathikus, die Ganglien, durch Nervenzüge in gegenseitigem Zusammenhang. Denn dass die Ganglienhaufen des nervus sympathicus dessen zerstreut umherliegende Centralorgane sind, wird gegenwärtig fast allgemein als feststehende Thatsache anerkannt. Die von Krause erwähnten Verbindungen zwischen den Ganglien der beiden nervi sympathici an ihren Brust-, Lenden- und Kreuzbeintheilen kann ich bestätigen. Nur sind die Verbindungsglieder der beiden Grenzstränge an dem Lenden- und Kreuzbeintheile zahlreicher, als an dem Brusttheile. Man findet jedoch an letzterem regelmässig Nervenfäden, welche sich zwischen Wirbelsäule und Aorta mit einander vereinigen. Ribes[1]) und Beclard beschreiben sympathische Nerven, welche

[1]) Mémoires de la société med. d'émulation. T. VII. 1811.

die beiden Grenzstränge an dem Halstheile in gegenseitige Verbindung setzen sollen.

Mögen auch die Verbindungen an dem Halstheile fraglich bleiben, so ist es doch als eine ausgemachte Sache zu betrachten, dass die beiden Grenzstränge des Sympathikus fast in ihrer ganzen Länge und ihren oberen und unteren Enden durch Nervenzüge in gegenseitiger Verbindung stehen und dass die Verbindungen an der hintern Wand der Rumpfhöhlen, vor den Wirbelkörpern, ihre Lage haben. Aehnlich diesen queren Commissuren an der vordern Fläche der Wirbelsäule, gehen die Querverbindungen durch den Wirbelkanal, welche an den hintern Flächen der Wirbelkörper, d. h. an der vordern Wand der animalen Röhre angebracht sind, und ziehen durch die Schlingen hindurch, um die sympathischen Ganglien in abermalige gegenseitige Verbindung zu setzen.

Wir sehen somit, dass zwischen den Ganglien der sympathischen Grenzstränge doppelte Commissuren vorhanden sind, wovon die vorderen an den hinteren Wänden der Rumpfhöhlen gelegen sind, die hinteren an der vorderen Wand der Rückgrathshöhle. Dass ferner Nervenzüge in den vertebralen Schlingen von der rechten nach der linken Seite und umgekehrt verlaufen, um peripherische Verbreitungsbezirke aufzusuchen, findet vielleicht eine Erklärung in der Annahme, dass die organischen Theile in dem Wirbelkanal desswegen von verschiedenen Bahnen Nervenelemente erhalten, um ungehindert ihre Funktion auch dann ausführen zu können, wenn aus irgend zufälligen Einwirkungen bei den Bewegungen der Wirbelsäule die eine oder andere Bahn durch Compression unterbrochen wird.

Die Arterien und Venen an der vorderen Wand des Wirbelkanales werden reichlich von den beschriebenen Nerven versorgt und ich habe die Primitivfasern bis zur tunica intima dieser Gefässe verfolgt, ohne jedoch zu den vorhandenen bekannten Resultaten neue liefern zu können, weshalb ich auf die bezüglichen Arbeiten verweise. Das Periost, das ligamentum longitudinale posterius, die Intervertebralscheibe und die Knochen erhalten reichlich Nerven und ich muss besonders hervorheben, dass ich mich von der Existenz der Primitivfasern in dem hintern Längsbande und der Intervertebralscheibe auf das bestimmteste überzeugt habe.

Die noch schwebenden Fragen über das Endverhalten der Nerven in diesen verschiedenen Gebilden mögen einer vielleicht nicht sehr fernen Zukunft zur Entscheidung vorbehalten bleiben.

3. Die Nerven an der hintern Wand des Wirbelkanales.

Sobald die Uebereinstimmung zwischen den verschiedenen Gebilden an der vordern und hintern Wand des Wirbelkanales nachgewiesen und für die an der ersteren Nerven entdeckt waren, durfte man dieselben für die an der letzteren a priori voraussetzen. Ich finde in der einschlägigen Literatur [1]) nur erwähnt, dass in dem Periost der Wirbelbogen Nervenfasern mittelst des Microscops beobachtet wurden. Die Darstellung dieser Nerven für das unbewaffnete Auge gelingt äusserst selten und wenn man auch an einem mageren Individuum dieselben zur Anschauung bringt, so ist das Bild stets unvoll-

[1]) Luschka a. a. O.

ständig, weil man nur die seitlichen grösseren Aestchen sehen kann, während die nach rückwärts in der Mittellinie gelegenen kleinen Verzweigungen, welche von den zahlreichen Gefässen umgeben sind, nicht wahrgenommen werden können.

Legt man die hintere Wand des Wirbelkanals mit den Arterien und Venen frei, indem man die Wirbelsäule in transversaler Richtung durchsägt und das Rückenmark mit der dura mater vorsichtig entfernt, so nimmt man bei geeigneter Behandlung eine Anzahl Fäden, welche zwischen den Gefässen umherliegen, wahr, die aber nicht alle Nervenelemente enthalten; und es kann demnach über die Nervenverbreitung an der hintern Wand des Wirbelkanales nur das Microscop sichern Aufschluss geben. Die microscopische Untersuchung weist in der Nähe der Arterien an der hintern Wand des Wirbelkanales, oder auch in grösseren Lamellen, worin Arterien, Venen und Bindegewebe vereinigt sind, Nervenzüge nach, die eine ebenso bestimmte Anordnung darbieten, wie die an der vordern Wand.

Der Ausgangspunkt der Nerven für die hintere Hälfte des Vertebralkanales ist entweder das oben beschriebene gemeinsame Stämmchen, oder, was häufiger der Fall ist, der ramus communicans nervi sympathici selbst, welcher Zweige in Begleitung der arteriae posteriores canalis spinalis, an dem hintern Umfange der Intervertebralöffnung eintretend, gegen die innere Fläche des Wirbelbogens und des Zwischenbogenbandes schickt. Unter Abgabe feiner Fäden erreichen die einzelnen Zweige, zwischen den Gefässen durchgehend, die hintere Medianlinie des Kanales, um sich theilweise mit denen der entgegengesetzten Seite zu vereinigen. (S. Fig. II. 1, 2). Mitunter glaubte ich einen Zusammenhang dieser Nerven mit den zwischen den Querfortsätzen

nach rückwärts gelangenden rami posteriores der Spinalnerven wahrgenommen zu haben, was mir jedoch nicht als Regel vorzukommen scheint. Man findet in der angegebenen Weise 31 nervi posteriores canalis spinalis, welche die hintere Wand des Wirbelkanales aufsuchen und für die Arterien, Venen, Knochen und Bänder bestimmt sind. Die gröbere Verbreitungsart entspricht vollkommen dem Verlauf der Arterien, und da in der Anordnung der Arterien in den einzelnen Wirbelabtheilungen keine Verschiedenheit statt findet, so sieht man auch in dem Verbreitungsmodus dieser Nerven ein übereinstimmendes Verhalten. Bei dem Eintritt in den Wirbelkanal liegen die Nervenzweige fast immer an den Flächen der Venen, welche der Höhle zugewendet sind; an der Medianlinie dagegen nähern sie sich mehr den Knochen, so dass dieselben von den Venen gedeckt erscheinen.

Bringt man den Anfang eines Zweiges, welchen man mitunter mit freiem Auge sieht, unter das Microscop, so erkennt man 12 — 18 Primitivfasern von einem starken Neurilem umgeben. Die Primitivcylinder gehören vorwiegend zu den feinsten, obschon man auch einzelne mittlerer Breite wahrnehmen kann.

Bringt man eine sorgfältig ausgewaschene Lamelle, welche mit Arterien, Venen und Bindegewebe lospräparirt und mit Essigsäure behandelt wurde, zur Anschauung, so sieht man die Nervenzüge in der Nähe der Arterien verlaufen und einzelne Fasern zu den Venenwandungen abgehen. Einzelne Züge gelangen bis zur Mittellinie, wo sie sich mit denen der entgegengesetzten Seite vereinigen. Man kann an solchen Objekten constatiren, dass die Primitivfasern die Medianlinie überschreiten, um auf der entgegengesetzten Seite einen peripherischen Verlauf

zu nehmen, und dass sie somit sich gegenseitig nur austauschen. Dass hier die Fasern von einer Seite zur andern gelangen und ähnlich denen an der vorderen Wand einen centralen Verlauf nehmen, ist sehr unwahrscheinlich. Die Arterien und Venen erhalten zahlreiche Nervenfäden, welche sich in ihren Wandungen verbreiten und mit ihnen in die Knochen und die gelben Bänder gehen.

Mitunter gelingt es, Gefässzweige sowohl aus den Wirbelbogen, als auch aus den gelben Bändern herauszuziehen und man kann sich bestimmt überzeugen, dass dieselben von Nervenprimitivfasern begleitet sind. Die elastischen gelben Bänder erhalten sicher Nervenfasern, jedoch in sehr geringer Anzahl.

4. Die Nervenverbreitung an den Wänden der Schädelhöhle.

Die Angaben der ältern Autoren über die Nerven an den Wänden der Schädelhöhle und der dura mater sind so vag, unbestimmt und sich widersprechend, dass man wohl annehmen kann es seien die Aussprüche nicht auf direkte Beobachtungen, sondern vielmehr auf Vermuthungen basirt. Der Haller'sche Satz: »nullos dura membrana encephali habet nervos« wird gegenwärtig immer noch vertheidigt, trotzdem dass man schon lange bei den Gefässen der dura mater Nerven erkannt hat.

Die Nerven in den drei Schädelgruben, welche für die hintere und mittlere von Arnold[1]) entdeckt wurden und vom Quintus und Vagus ausgehen sollen, sowie die von Luschka[2]) in der Umgebung der fissura orbitalis superior beschriebenen,

[1]) Medicinische Jahrbücher d. österreich. St. 1861 Heft 1.

[2]) Die Nerven in der harten Hirnhaut.

welche vom ramus primus trigemini abstammen, sind analog denen an der hintern Wand des Wirbelkanales.

In dem Wirbelkanal sind es die Wirbelkörper und die inneren Flächen der Bogen, an welchen die Nerven nach rückwärts ziehen und in der Schädelhöhle sind es die correspondirenden Theile: die Schädelwirbelkörper, die Gruben und das ganze Schädeldach, denen entsprechend sich die Nervenzweige ausbreiten. Da die dura mater cerebri sich sehr innig an den Schädelknochen anschmiegt, so liegen hier die Nerven für Knochen und harte Haut beisammen, während sie in dem Wirbelkanal den in anderer Weise localisirten Theilen entsprechend sich verhalten. Quintus, Vagus und Sympathicus geben für die Schädelhöhle die Nervenzweige ab, welche den Arterien, Venen (hier sinus durae matris) den Knochen und der dura mater angehören.

Ich habe die arteriae meningeae in ihrer Beziehung zu den Schädelwirbeln analog gefunden den Gefässen des Wirbelkanales und für die Nerven der Schädelhöhle gelten ähnliche Bedingungen. Diese folgen dem Eintritt und Verlauf der Gefässe ebenso, wie die Nerven des Wirbelkanales der Verbreitung der Gefässe sich anschliessen. Bogen und Dornfortsätze der Schädelwirbel sind nach der Auffassung der Embryologen die Theile, welche durch ihre gegenseitige Verbindung und Flächenausdehnung die Schädelkapsel bilden. Die Nerven, welche sich in den seitlichen Schädelgruben und entsprechend dem Dache verbreiten, correspondiren mit denen an der hintern Wand des Wirbelkanales und die Zweige für die Schädel-Wirbelkörper sind analog denen an der vorderen Wand des Spinalkanales.

a) Die Nerven an den Schädelwirbelkörpern.

Bourgery's Atlas[1]) enthält eine bildliche Darstellung der sympathischen Nerven in der Umgebung des Türkensattels, welche vom plexus caroticus ausgehen und netzartig bis zum clivus Blumenbachii verlaufen. Dass diese und ähnliche Darstellungen Bourgery's bei den deutschen Anatomen kein Vertrauen erwecken konnten, ist für Diejenigen, welche sich auch nur oberflächlich mit diesen Fragen beschäftigt haben, nicht befremdend. Oeffnet man den sinus cavernosus, den sinus circularis und occipitalis anterior und präparirt die dura mater in deren Umgebung etwas zurück, so nimmt man eine grosse Anzahl Fäden wahr, welche in verschiedener Richtung verlaufen und mit der harten Haut in innigem Zusammenhange stehen. Bourgery hat alle diese Fäden ohne Unterschied als Nerven betrachtet, während sich bei der microscopischen Untersuchung derselben ergibt, dass sie grösstentheils dem Bindegewebe angehören; ich sage grösstentheils, denn dass den Bindegewebsfäden auch Nervenbündel beigemischt sind, haben schon Purkinje[2]), Virchow[3]) und Andere erkannt. Dem beschriebenen Verlauf der Arterien an den Schädelwirbelkörpern entsprechen die Nerven. In Begleitung der arteria meningea posterior und des nervus hypoglossus tritt ein ansehnlicher Nervenzweig[4]) durch das foramen condyloideum in die hintere Schä-

[1]) Tome III, Planche 91.

[2]) Joh. Müllers Archiv für Anatomie und Physiologie 1845.

[3]) Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes.

[4]) Ich habe diesen Nervenzweig, welcher nervus meningeus posterior bezeichnet werden kann, im Jahre 1860 zum erstenmal beobachtet und seiner in der anatomisch-physiologischen Section der Naturforscher-Versammlung in Speyer Erwähnung gethan.

delgrube, welcher sich mit dem durch das erste foramen intervertebrale eintretenden (Fig. III. 6. 7.) und oben beschriebenen Nerv in Verbindung setzt und zugleich Zweige nach innen und aussen sendet.

Die Frage nach seiner Abstammung ist nicht leicht zu erledigen, denn derselbe hängt mit dem nervus hypoglossus theilweise zusammen, und trotzdem glaube ich, dass derselbe nicht aus dem zwölften Gehirnnerv seinen Ursprung nimmt. Wir wissen, dass von dem ganglion cervicale supremum nervi sympathici Zweige zum nervus hypoglossus gelangen und ich glaube annehmen zu dürfen, dass diese Zweige im canalis hypoglossi sich vom Stamme loslösen und dann die arteria meningea begleiten.[1]) Nebenbei findet man auch schwache sympathische Fäden, welche der arteria pharyngea folgen und direkt in die hintere Schädelgrube gelangen. Ich betrachte diese Nerven als dem Sympathicus angehörig. Sobald der Nervenzweig in der hintern Schädelgrube angekommen, findet eine Theilung in mehrere Bündel statt, wovon einzelne sich mit dem von Arnold[2]) entdeckten ramus recurrens nervi vagi vereinigen und in der dura mater verbreiten. Die inneren Zweige ziehen gegen die Medianlinie, wo sie zwischen den Knochen und der dura mater mit den correspondirenden der andern Seite Verbindungen eingehen. Beim Kalbe lassen sich diese Nerven oft mit freiem Auge verfolgen, und ebenso beim Schafembryo. Trägt man am neugebornen Kinde die oberflächliche Schichte der dura mater

[1]) Von Purkinje und Kölliker wurden Nerven in der Nähe der arteria meningea anterior und posterior beobachtet.

[2]) Mediz. Jahrbücher; Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien Jahrgang 1861. Heft I.

ab und bringt die in der Umgebung des foramen condyloideum und des clivus Blumenbachii am Knochen adhärirende Lamelle unter das Microscop, so lassen sich die Nervenbahnen, von der Eintrittstelle in der Schädelhöhle aus, nach allen Richtungen verfolgen. Sie liegen in der Nähe und um die grösseren Arterienstämmchen herum und vereinigen sich, wie diese, mit den benachbarten Nerven derselben und denen der gegenüberliegenden Seite. In der Regel liegen 6 — 10 Primitivfasern beisammen, obschon man auch einzelnen auf isolirtem Verlauf folgen kann. Die Fasern gehören vorwiegend zu den schmalen doppelt contourirten. Die Remak'schen Kernfasern sind hier in viel geringerer Anzahl vorhanden, als in dem Wirbelkanal.

Geht ein Arterienzweig durch das foramen jugulare, so findet man bei demselben regelmässig einen schwachen sympathischen Nervenzweig, welcher an dem sinus petrosus inferior nach innen gegen den clivus Blumenbachii zieht und mit den Bündeln des nervus meningeus posterior Verbindungen eingeht. Vereinigt gelangen diese Fäden gegen die Seitenwand der Sattellehne, wo sie sich mit Zweigen aus dem carotischen Geflecht vereinigen. Die letzteren ziehen in Begleitung eines Arterienzweiges unter einem Bande hinweg, welches die Spitze der Felsenbein-Pyramide mit dem Keilbeinkörper vereinigt. Es wird somit die vertebrale Nervenkette durch die den hinteren Schädelwirbelkörpern entsprechenden Zweige in direkte Verbindung gesetzt mit dem plexus caroticus. (S. Fig. III. 11).

Für den Körper des vordern Sphenoidalwirbels gelangen die Nervenzweige aus der Abtheilung des carotischen Geflechts, welche in dem sinus cavernosus nach vorn zieht, und bei ihren Verästelungen in dem Türkensattel zeigen sie nicht jene regel-

mässige Anordnung, wie die auf dem clivus Blumenbachii, sondern stellen mehr unregelmässig geformte Netze dar. Für den mittleren Theil der vordern Schädelgrube (lamina cribrosa ossis ethmoidei), d. h. für die harte Haut entsprechend dieser Stelle sind von Vieussen[1]), Blandin[2]), Purkinje und Kölliker[3]) Nervenzweige beschrieben worden, die ihren Ausgang vom nervus ethmoidalis nehmen und in der dura mater sich verästeln sollen, was von älteren und neueren Schriftstellern wie: Winslow[4]), Wrisberg[5]) und Luschka in Abrede gestellt wird. Bei der microscopischen Untersuchung der dura mater, entsprechend der lamina cribrosa, findet man an ihrer äusseren Seite Nervenprimitivfasern, deren Abstammung nicht leicht ermittelt werden kann. Mit Wahrscheinlichkeit glaube ich annehmen zu dürfen, dass von den nervi sphenoethmoidales, welche von Luschka zuerst beschrieben wurden, einzelne Fasern zur dura mater in der vordern Schädelgrube gelangen. Dass auch der plexus caroticus Fasern nach der vordern Schädelgrube sendet, konnte ich sicher constatiren. Ob der nervus ethmoidalis Zweige zur dura mater schickt, blieb mir fraglich.

Alle die erwähnten Nerven, welche sich an den innern Flächen der Schädelwirbelkörper vom foramen magnum bis zum Siebbein verbreiten, senden analog denen an der vordern Wand des Wirbelkanales Zweige zu den sinus durae matris, zur harten Haut selbst und zu den Knochen. Dass die

---

[1]) Manget. Bibliothek. anatom. Genevae. 1699.

[2]) Nouveaux éléments d'anat. descript. Paris 1838.

[3]) Purkinje und Kölliker wollen die Nerven bestimmt erkannt haben, ohne jedoch deren Abstammung verfolgt zu haben.

[4]) Exposit. anatom. de la structure du corp. hum. 1732.

[5]) Observat. anatom. de quinto pare nervorum encephali etc. Göttingae 1777.

zahlreichen kleinen Oeffnungen an den Innenflächen der Schädelwirbelkörper zur Aufnahme für die Gefässe bestimmt sind, ist eine längst bekannte Thatsache. Bei gelungener Injektion kann man die Arterienzweige auf dem clivus Blumenbachii direkt in die Knochenöffnungen eintreten sehen. Bourgery beschreibt einen Nervenplexus »sus-sphenoidal« und einen »plexus median-basilaire« und von beiden sollen Filamente in die Knochen eintreten, was ich bestätigen kann. Dass Nervenfasern durch feine Oeffnungen, welche sich in dem unteren Theil der Sattellehne befinden, von dem clivus nach dem Türkensattel treten, hat Bourgery ebenfalls richtig beobachtet; nur muss noch hinzugefügt werden, dass dieselben von Arterien begleitet sind.

Ich habe für die Schädelwirbelkörper die Nerven nur vom Sympathicus bestimmt ableiten können. Ob aber der Vagus und Trigeminus auch Fäden nach der Medianlinie des Schädels hinüberschicken, ähnlich wie nach aussen in die mittlere und hintere Schädelgrube, ist mir für den Menschen fraglich geblieben. Am Rindembryo glaube ich bestimmt vom Vagus und ramus primus trigemini Fasern ausgehen gesehen zu haben, welche zu dem hintern und vordern Sphenoidalwirbelkörper gelangten. Ein ähnliches Verhalten dieser Nerven konnte ich jedoch für den Menschen nicht mit Sicherheit constatiren; obschon auch hier vom ramus primus und secundus trigemini ausgehende Fäden nach innen und aussen gelangen, welche aber auch ebensowohl dem Sympathicus angehören und in die Bahnen der sensibeln Nerven gelangt sein können. —

In Figura IV sind die Nerven an der Schädelbasis vom Rindembryo dargestellt, welche vom truncus vertebralis ausgehen, den vertebralen Arterienbahnen folgen und bis zum plexus caro-

ticus emporsteigen. Der nervus meningeus posterior, welcher durch das foramen condyloideum eintritt, ist ziemlich stark. Er theilt sich in mehrere Zweige, die theilweise nach aussen in die hintere Schädelgrube und theilweise nach innen zu dem Hinterhaupt- und hintern Sphenoidal-Wirbelkörper gelangen. Die letzteren setzen sich zugleich in Verbindung mit dem plexus vertebralis, um mit diesem gemeinschaftlich zu dem plexus caroticus emporzusteigen. Auch sieht man einen Faden, welcher durch das foramen jugulare eintritt und mit dem Vagus zusammenhängt. Man erkennt hier auf den ersten Blick das analoge Verhalten nicht nur der Gefässe, sondern auch der Nerven, wie bei dem Menschen, nur dass bei den Thieren den stärker entwickelten Arterien entsprechend die Nerven sich verhalten. In dem Türkensattel und in der Grube an der lamina cribrosa finde ich ähnliche Verhältnisse wie bei dem Menschen sowohl in der Anordnung der Gefässe als auch der Nerven.

b) Die Nerven in den Schädelgruben.

Die Nerven der mittleren Schädelgrube waren schon Cruveilhier, Varrentrapp, Arnold, Purkinje, Longet, Valentin und J. Müller bekannt.

Luschka hat jedoch diese Frage im Jahr 1850 einer, wie er sagt, unter der Controle des Microscops planmässigen Prüfung unterworfen, dabei auch nicht die kleinste Stelle der dura mater cerebri ununtersucht gelassen und trotzdem die von Arnold im vorigen Jahre entdeckten Nerven, vom Vagus für die hintere und vom zweiten Ast des Quintus für die mittlere Schädelgrube abstammend, nicht gefunden.

Ich will mich hier nicht auf eine minutiöse Detailbeschrei-

bung der Nervenzweige in den Schädelgruben einlassen, sondern nur in Kürze das theilweise schon Bekannte mittheilen, um das begonnene Bild zur Vollendung zu bringen.

Die Entdeckung des nervus recurrens vagi, welcher durch das foramen jugulare in die hintere Schädelgrube gelangt, gehört Prof. Arnold in Heidelberg an. Der nervus recurrens vagi geht nach seinem Entdecker von dem Jugularknoten aus und soll für den sinus occipitalis und transversus bestimmt sein. Nachdem derselbe an dem Rande des sulcus jugularis des Hinterhauptbeines angekommen ist, theilt er sich in einen inneren zu dem sulcus occipitalis gelangenden und einen äusseren, für den äusseren Theil der hinteren Schädelgrube, resp. die pars sigmoidea des queren Blutleiters, bestimmten Ast.

Dieser nach Arnold vom ganglion jugulare nervi vagi abstammende Nerv gehört nach meinen Untersuchungen nicht ganz dem Vagus an, obschon ich den theilweisen Zusammenhang mit demselben bestätigen muss. Wir kennen die sympathische Verbindung vom ganglion cervicale primum mit dem ganglion jugulare nervi vagi, und ich glaube, mich überzeugt zu haben, dass diese sympathischen Nervenfasern nicht alle dem Jugularknoten des Vagus zugeführt werden, sondern theilweise demselben sich nur anlegen, um durch die Jugularöffnung zu gelangen und in der hinteren Schädelgrube ihre Verbreitung zu finden. Theilweise mögen jedoch die sympathischen Fasern Verbindungen mit dem Jugularknoten eingehen. Dass aus der centralen Bahn des Vagus Fasern in den ramus recurrens gelangen, glaube ich beobachtet zu haben.

Der Uebergang des Sympathicus in fast alle die cerebralen Nervenstämme macht jedoch die fraglichen Verhältnisse so com-

plizirt, dass man trotz zahlreichen Beobachtungen keine definitive Entscheidung abgeben kann. Die histologischen Eigenschaften der Nervenprimitivfasern in diesen Bahnen geben, wie früher schon bemerkt, ebensowenig sichere Anhaltspunkte, um über die Abstammung klaren Aufschluss erlangen zu können. In dem ramus recurrens vagi finden sich Fasern von sehr verschiedenen Durchmessern, so dass man hieraus auch keinen sichern Schluss zu ziehen berechtigt ist. Der innere Zweig vom Vagus, welcher nach Arnold zum sinus occipitalis gelangt, vereinigt sich mit den erwähnten äusseren Fäden des von mir entdeckten, durch das foramen condyloideum eintretenden Nerven und beide ziehen in Begleitung der arteria meningea posterior in der hintern Schädelgrube nach aufwärts, um sich nach meinen Beobachtungen in den Knochen, den Sinus und der dura mater zu verbreiten.

Die Nerven für die mittlere Schädelgrube wurden von den älteren Autoren, Valentin und Bourgery von dem Ganglion Gasseri abgeleitet, bis Luschka und Arnold nachwiesen, dass die Fasern, welche vom ganglion Gasseri ausgehen, sich an die dura mater nur innig anlegen, aber nach kurzem Verlauf wieder in die peripherischen Bahnen des Quintus gelangen. Luschka wollte in der oben citirten Abhandlung neben dem nervus spinosus trigemini und den damit vereinigten sympathischen Fäden keine Nervenzweige für die mittlere Schädelgrube gelten lassen, bis Arnold im vergangenen Jahr die sehr leicht nachweisbaren Zweige, welche vom ramus secundus und tertius innerhalb der Schädelhöhle abstammen, auffand.

Um mich kurz zu fassen, sage ich, dass für die mittlere Schädelgrube sehr leicht von zwei verschiedenen Nervenbahnen Zweige nachgewiesen werden können; 1) Zweige vom Sympathicus und

2) sensitive vom Quintus, welche dem Verbreitungsbezirke der arteria meningea media folgen. Mit der mittleren Gehirnhaut-Schlagader gelangen die sympathischen Nerven[1]) in die mittlere Schädelgrube und die sensitiven gesellen sich, von den verschiedenen Aesten des Quintus ausgehend, innerhalb und ausserhalb der Schädelhöhle zu denselben, um mit ihnen gemeinschaftlich (ähnlich wie die vereinigten Nerven in dem Wirbelkanal), ihren Bestimmungsorten zuzuwandern.

Dass von dem plexus caroticus einzelne Fäden zu dem nervus tentorii gelangen, welcher vom ramus primus ausgeht, habe ich wiederholt beobachtet. Ebenso wie die vorderen Zweige der arteria meningea media in den seitlichen Theil der vordern Schädelgrube gelangen, so auch die Nerven, und wir haben demnach neben den besprochenen Nerven auf der lamina cribrosa keine besondern Zweige für die vordere Schädelgrube aufzuführen. Die Nervenzweige der mittlern Schädelgrube gelangen ebenso wie die Arterien nach der vordern und versorgen diese Abtheilung der Schädelhöhle.

Zwischen den sensibeln Fasern des Quintus und denen des Sympathicus findet an der innern Fläche des grossen Keilbeinflügels eine ähnliche Kreuzung statt, wie zwischen den benachbarten seitlichen Nerven des Spinalkanales. Bezügliche Untersuchungen haben fast constant den gegenseitigen Faseraustausch erkennen lassen.

Es geht aus dieser kurzen Beschreibung hervor, dass wir für die Abtheilung der Schädelhöhle, welche der seitlichen und

---

[1]) Nervus spinosus nach Luschka, welcher auch Fäden von dem dritten Ast des Quintus führt.

hintern Wand des Wirbelkanales entspricht, die Nerven aus zwei verschiedenen Bahnen bestimmt ableiten können, während für die Schädelwirbelkörper die sensibeln Nerven nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen wurden.

Die sympathischen Nerven gelangen durch die verschiedenen Oeffnungen der Schädelbasis, in Begleitung der Gefässe, in die Schädelhöhle, um in der äussern Schichte der dura mater ihre Lage zu nehmen. Ich möchte sogar behaupten, dass alle die bekannten sympathischen Nerven, welche zu den centralen Bahnen der Gehirnnerven verfolgt wurden, wie zum ganglion jugulare nervi vagi, ganglion petrosum nervi glossopharyngei und ganglion Gasseri, keine Verbindungen mit diesen Knoten eingehen, sondern nur den Nervenstämmen und Ganglien sich anlegen, um an ihnen vorbei in die Schädelhöhle zu laufen. Ich habe oben die Gründe angegeben, warum diese complizirten Verhältnisse nicht durch die direkte Beobachtung zu einer endgiltigen Entscheidung gebracht werden können.

Sowie für den Durchgang der Gehirnnerven die Zwischenschädelwirbellöcher und besonderen Oeffnungen vorhanden sind, so auch für die in die Schädelhöhle eintretenden Gefässe und Nerven. Der Verlauf der Gefässe und Nerven durch die den Schädelwirbeln eigenthümlichen Oeffnungen bedingt den einzigen Unterschied zwischen dem Verhalten derselben in den beiden Abtheilungen der animalen Röhre. Die sensitiven Zweige sind für die Schädelhöhle vom Quintus und Vagus abstammend nachgewiesen, und es ist hiemit zugleich meine Ansicht unterstützt, dass die spinalen Elemente für den Wirbelkanal der sensibeln Wurzel angehören. Niemand hat bis jetzt mit oder ohne Vor-

urtheil wahrgenommen, dass Fasern von den motorischen Gehirnnerven zur dura mater gelangen.

Während über die Ursprünge der Nerven für die Schädelhöhle ziemlich übereinstimmende Beobachtungen vorliegen, sind die Angaben über die Verbreitung der Nerven in der dura mater um so differenter. Ich habe oben hervorgehoben, dass der Haller'sche Satz über die Nervenlosigkeit der dura mater immer noch Vertheidiger findet[1]). Hier soll zunächst mitgetheilt werden, was die direkte Beobachtung über diese Frage ergeben hat.

Werden Stücke der dura mater cranii mit sehr verdünntem Holzessig behandelt und dann dünne Schichten, von aussen nach innen gehend, abgetragen, so gelingt es, die Nervenfasern sehr schön und klar zur Anschauung zu bringen. Die äusserste dem Knochen zunächst liegende Schichte ist ziemlich reich an Nerven, selbstverständlich besonders an den Stellen, welche den Eintrittsöffnungen für dieselben entsprechen. An jeder harten Hirnhaut kann man, bei Anwendung verdünnter Essigsäure, in der mittlern und hintern Schädelgrube die animalen und sympathischen Nerven für das unbewaffnete Auge sichtbar machen. In dieser äussersten Schichte liegen meist grössere Bündel

---

[1]) Es scheint hierbei ähnlich zu gehen, wie bei der Tiedemann'schen Drüse. Trotzdem dass Dyverney bei Kühen, und Bartholin beim Weibe die kleine Drüse unter dem constrictor vaginae entdeckt und beschrieben hatten, konnte unser gelehrter Haller dieselbe nicht finden und erklärte darauf gestützt, dass sie nicht existire und so alle Anatomen nach ihm, bis Tiedemann nachwies, dass das, was die Alten unter dem constrictor cunni gesehen, als constantes Gebilde vorkomme und eine Drüse sei. Von dieser Zeit an wurde diese Drüse wahrscheinlich von allen Anatomen, welche ein Skalpell führen können, aufgefunden.

beisammen, während in den tiefern Schichten nur einzeln verlaufende Primitivfasern wahrzunehmen sind. Die sensibeln Zweige vom Quintus legen sich nicht unmittelbar an die Gefässwände an, während die mit der arteria meningea media durch das foramen spinosum eintretenden sympathischen Fasern die Gefässe umstricken. Aber auch von diesen gelangen an einzelnen Stellen Primitivfasern zu den Ersteren und umgekehrt, so dass ein wechselseitiger Austausch wahrzunehmen ist. Während die einzelnen Bündel in der äussern Schichte der dura mater bis gegen den sinus longitudinalis superior emporziehen, geben sie nach verschiedenen Richtungen Fasern ab. So sieht man oft bei den aus den Knochen herausgerissenen Gefässen einzelne Primitivfasern liegen und es wurden ja schon von Luschka[1]) grössere Aestchen in die Knochensubstanz des Schädels hinein verfolgt. Dass in der Nähe der kleinsten Arterien, oder auf deren Wandungen Nerven vorhanden sind, ist nicht schwer nachzuweisen. Betrachtet man tiefere Schichten der harten Haut, etwa aus der mittleren Lage, so kann man auch hierin doppelt contourirte Nervenfasern erkennen, welche isolirt und in der Nähe der Gefässe ihren Verlauf nehmen, und ich habe an Präparaten, die zufällig günstig behandelt waren, bis in die innerste Lage der dura mater Nervenfasern verfolgt. Hier sind die Fasern vorwiegend schmal. Die Arterien senden ihre Zweige in die harte Haut und es entsteht ein aus weiten Maschen bestehendes Capillargefässnetz, das man oft bei natürlicher Injektion klar übersehen kann. Die einzelnen Nervenfasern scheinen in den tieferen Schichten der dura mater einen von den Gefässen unabhängigen Verlauf zu nehmen, denn man

[1]) S. die Nerven der harten Hirnhaut etc.

sieht sie in verschiedenen Richtungen verlaufen und häufig mit den Gefässen sich kreuzen. Dieses Verhalten bieten die Nervenfasern sowohl in der Nähe der Sinus als auch entfernt von denselben dar, und man kann in der Nähe der tunica interna der venösen Räume keine Verschiedenheit in ihrem Verhalten von dem an andern Stellen wahrnehmen.

Arnold und Luschka wollen alle die in der dura mater befindlichen Nerven für die Knochen und die Sinus bestimmt wissen. In der harten Haut, entfernt von den venösen Kanälen, beobachtet man allerwärts Nerven, aber man sieht kein Aufhören derselben, d. h. kein Ende. Untersucht man einen sinus durae matris, so sind an allen Stellen Nervenprimitivfasern wahrnehmbar, ohne jedoch auch hier eine Endigung zu finden.[1] Dass die harte Hirnhaut von Arterien versorgt wird, dass sie ein ihr eigenthümliches Capillargefässsystem besitzt und dass schon längst in ihrer äussern Schichte Nerven beobachtet wurden, sind anerkannte Thatsachen, aber dennoch heisst es: nullos dura membrana encephali habet nervos!

An den Arterien und Venen der grössern Mehrzahl der Körperorgane sind Nerven beobachtet und auch als ihnen eigenthümlich zukommend angenommen. Alle vegetativen Organe haben Nerven und wir sagen, ohne ihre Endigung zu kennen, dass sie den Organen angehören. Warum wollen wir für die dura mater keine ihr zugehörigen Nerven gelten lassen? Schon

[1]) Von Corti und Czermak wurden Theilungen von Nervenprimitivfasern in der dura mater und in den Wänden der Sinus und der harten Haut beobachtet.

die Annahme, dass die harte Haut das innere Periost für den Schädel sei, berechtigt zu der Voraussetzung, dass Nerven in ihr enthalten sind, welche nicht nur den benachbarten Theilen, sondern ihr selbst zugehören. Purkinje, Pappenheim, Beck und Kölliker haben fast für alle Knochen, d. h. für das Periost derselben, Nerven nachgewiesen und von keinem dieser Autoren wurde die Behauptung aufgestellt, dass diese Nerven nur für die Knochen bestimmt seien, sondern sie fassen sie alle als Beinhautnerven auf. Von Beck wurden Nerven in die centralen Höhlen der Röhrenknochen hinein verfolgt und von Kölliker in der Substanz fast aller Knochen Nerven beobachtet. Bis zur Stunde wissen wir über das peripherische Ende der Nerven in der Knochensubstanz, in den Gefässwänden und in den verschiedenen vegetativen Organen so viel als nichts. Ueberall sieht man in den vegetativen Organen Nervenfasern, ohne über das Verhältniss derselben zu den Elementartheilen der Organe einen klaren Aufschluss erlangen zu können.

Wenn wir in den verschiedenen Schichten der dura mater durch die direkte Beobachtung Nerven constatiren, so sind wir, abgesehen von allen Gründen, welche in analogen Verhältnissen anderer Organe gegeben sind, vollkommen berechtigt, die harte Haut für »nervenhaltig« zu erklären. Für die Annahme, dass die in der dura mater befindlichen Nerven allein für die Venen-Sinus bestimmt seien, findet sich in den gegebenen Verhältnissen keine Stütze. Ich muss mit Nothwendigkeit aus meinen Beobachtungen den Schluss ziehen, dass die dura mater nervenhaltig ist und dass sie, ihr eigenthümlich zukommende, Nervenfasern führt, ebenso wie die Sinus und die Knochen; das peripherische Ende derselben ist in keinem dieser genannten Gebilde

ermittelt und bleibt künftigen Forschungen zur Entscheidung vorbehalten.

Wir müssen hier die Betrachtung der Nerven der dura mater spinalis anschliessen.

Aus den zahlreichen arteriae meningeae spinales entstehen in der Substanz der dura mater spinalis weitmaschige Capillargefässnetze, welche bis zur parietalen Arachnoidea sich ausbreiten.

Wenn die Beobachtung richtig ist, dass alle grössern Gefässe Nerven führen, so sind dieselben auch für die der dura mater spinalis a priori anzunehmen.

In dem Spinalkanal ist der Ausweg nicht möglich zu behaupten, dass die Nerven, welche in der harten Haut vorhanden sind, nicht ihr selbst, sondern den benachbarten Knochen und Sinus angehören; denn hier sind die letzteren Gebilde von der harten Haut getrennt und mit selbständigen Nerven versehen. Luschka hat für die Bindegewebsbündel und das lockere Bindegewebe, welche zwischen der dura mater und der harten Haut angebracht sind, Nerven beschrieben, aber in der dura mater, trotzdem dass dieselbe in ihrer ganzen Ausdehnung aus festem Bindegewebe zusammengesetzt ist, keine Nerven beobachtet. Wenn man den Spinalkanal durch Entfernung der Bogen öffnet, das Rückenmark mit seiner harten Haut herausnimmt und 24 — 36 Stunden in sehr verdünnten Holzessig legt, so kann man in dünnen Lamellen, welche von aussen nach innen abgetragen werden, Nervenprimitivbündel, bei den Gefässen in der äussersten Schichte der harten Haut liegend, erkennen, die 6—10 und noch mehr doppelt contourirte schmale Primitivfasern enthalten. Auch sieht man einzelne Primitivfasern aus dem Bündel heraustreten und eine isolirte Bahn einschlagen, ohne sich an den Verlauf

eines Gefässes zu halten. Erwähnt sei hier, dass ich die Nervenbündel sehr selten auf den Gefässwänden fand, sondern mehr oder weniger in deren Nähe. —

In den tieferen Schichten der dura mater spinalis nimmt man einzelne Nervenfasern wahr, welche zu 4—6 vereinigt den Gefässen folgen, oder auch isolirt verlaufen. Gebraucht man bei der Untersuchung verdünnten Holzessig, so ist nicht leicht eine Verwechslung der Nervencylinder mit Bindegewebsfasern, noch mit Gefässen möglich. Während das Bindegewebe fast vollkommen durchscheinend wird, die verschiedene Anordnung der Kerne in den Arterien und Venen klar hervortritt und die Capillaren häufig eine natürliche Injektion von veränderten Blutkörperchen zeigen, erkennt man die Nervenfasern als gleichmässig oder rosenkranzartig geformte Cylinder mit doppelten Contouren und dem bekannten geronnenen Inhalt. Bei dem Gebrauch der Essigsäure werden die Nervenfasern so sehr unkenntlich, dass man sie von den umgebenden Theilen nicht leicht unterscheiden kann, und ich glaube, dass hierin der Grund gegeben sein mag, warum frühere Beobachter die Nerven nicht zur Anschauung bringen konnten.

Ich muss mich somit zu der Annahme der Alten bekennen, welche glaubten, auf anatomischem und experimentellem Wege den Beweis geliefert zu haben, dass die dura mater cerebri und spinalis ein »nervenhaltiges« Gebilde sei. Die Abstammung dieser Nerven vom Sympathicus habe ich bestimmt beobachtet und glaube, dass ihnen spinale Fasern beigemischt sind.

C. Die sympathischen Nerven für das Gehirn und Rückenmark.

Arnold[1]) und Bourgery[2]) haben die sympathischen Nerven, welche mit der carotis cerebralis und der arteria vertebralis ihren Verlauf nehmen, einer speziellen Untersuchung unterworfen und gefunden, dass die beiden Bahnen von dem ganglion cervicale superius und inferius ausgehen und sich bis zur pia mater cerebri verfolgen lassen. Ein Aufsatz von Bennet[3]) über Nerven auf der Oberfläche des Kleinhirns enthält irrige Angaben; denn Bischoff hat die vermeintlichen Nerven microscopisch untersucht und in denselben obliterirte Gefässe erkannt. Der Entdecker der Nervennetze in der pia mater cerebri und spinalis bei den Menschen und Thieren ist Purkinje[4]). Für die pia mater des Gehirns sah man die Nervenbahnen direkt aus dem Sympathikus hervorgehen, aber für die weiche Rückenmarkshaut gelang es nicht, ein analoges Verhalten der sympathischen Nerven nachzuweisen, und nachdem von Remak[5]) und Kölliker[6]) der plexus nervosus piae matris Purkinje be-

[1]) Der Kopftheil des vegetativen Nervensystems.

[2]) Mémoire sur l'extrémité céphalique du grand sympathique dans l'homme et les animaux mammifères. Comptes rendus hebdom. des séances de l'acad. des sciences. 1844. S. 1014.

[3]) Extrait du bulletin de la société anatomique de Paris, ohne Jahrzahl.

[4]) S. Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Prag 1837.

[5]) Müllers Archiv für Anatomie und Physiologie 1841.

[6]) Gewebelehre des Menschen.

stätigt war, wollten diese Forscher die hinteren sensibeln Wurzeln als Centralherde dieser Nerven betrachtet wissen. Lenhossék[1]) beschrieb im Jahre 1855 in dem Rückenmark ein systema nervorum radiale, welches aus allseitig radiär verlaufenden Nervenfasern bestehen und in der pia mater den plexus nervosus bilden soll. Kölliker, Bidder und Kupfer[2]) betrachten dieses radiäre Fasersystem als das Bindegewebsgerüste des Rückenmarkes, welches mit der pia mater in innigem Zusammenhang stehe.

Nachdem die sympathischen Nerven an den Arterien des Gehirns gekannt sind und man weiss, dass sie in der pia mater cerebri ein Nervennetz bilden, und dass in der pia mater spinalis ein ähnliches Netz vorhanden ist, so liegt die Frage nahe, ob denn die sympathischen Nerven zu den arteriae spinales in analoger Beziehung stehen, wie zur Carotis und Vertebralis. Meine Untersuchungen über diese Frage haben ergeben, dass aus den früher erwähnten sympathischen Nerven, welche in den Wirbelkanal eintreten, Züge ausgehen und mit den arteriae spinales zum Rückenmark, resp. zur pia mater spinalis gelangen. Auch gehen aus dem plexus vertebralis sympathici Zweige mit der arteria spinalis anterior und posterior zur pia mater[3]) des Rückenmarkes. Nimmt man die zum Rückenmark laufenden Arterien, welche bei den Nervenwurzeln liegen, aus ihrer Lage, ohne jedoch Nervenbündel der Wurzeln mit zu entfernen, so kann man 8—12 sehr schmale Primitivfasern in der Nähe der

[1]) Denkschriften der k. k. Akademie der Wissenschaften. Bd. X. 1855.

[2]) Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes. Leipzig 1857.

[3]) In der Arachnoidea des Rückenmarkes und Gehirns habe ich ebenso wenig wie Kölliker Nervenelemente wahrnehmen können.

Arterie oder auf deren Wand erkennen. Ebenso kann man sich von der Existenz der Nerven überzeugen, welche von dem plexus vertebralis, nachdem derselbe mit der Arterie im foramen magnum angekommen ist, ausgehen und mit den Spinalarterien an der vorderen und hinteren Seite des Rückenmarkes nach abwärts ziehen, um in der pia mater ihre Ausbreitung zu finden. Da man fast bei jeder Nervenwurzel Gefässe findet und zwar abwechselnd Arterien und Venen, mit denen fast regelmässig Nervenfasern zum Rückenmark gelangen (ich sage: »fast regelmässig,« denn ich untersuchte auch Gefässe, ohne die geringste Spur von Nervenelementen in ihrer Nähe zu erkennen), so ist die Summe der auf diese Weise in der ganzen Länge des Rückenmarkes zu ihm gelangenden Nerven nicht gering zu nennen.

Purkinje hat schon in seinem Aufsatze über dieses Thema die Vermuthung ausgesprochen, dass die Nerven der pia mater keinen direkten Zusammenhang mit dem Gehirn und Rückenmark hätten, sondern wahrscheinlich mit »einem eigenen System peripherischer Nerven« in Verbindung ständen und deren näheres Verhalten künftigen Forschungen vorbehalten bleibe. —

Ich hoffe, dass meine Untersuchungen dazu beitragen, unsere Kenntnisse über die peripherische Verbreitung der Nerven in der animalen Röhre zu erweitern, indem durch die Entdeckung sympathischer Nerven für das Rückenmark eine nicht unbedeutende Lücke in dem Verbreitungsbezirk des vegetativen Nervensystems ausgefüllt ist. —

Was die Ursprünge dieser sympathischen Nerven für das Rückenmark anlangt, so glaube ich dieselben direkt aus dem ramus communicans nervi sympathici abgehend gesehen zu haben. In der Nähe der Nervenursprünge für den Wirbelkanal gehen

Fäden aus, welche sich zu der arteria spinalis gesellen und, von deren schwacher Scheide umgeben, zu dem Rückenmark gelangen. In der Länge des Halstheiles ist der plexus vertebralis und an den übrigen Wirbelabtheilungen sind die rami communicantes, welche zu den Spinalnerven gelangen, als Centralherde dieser Nerven anzusehen. Auch bei den langen Gefässen, welche mit den Lumbal- und Sakralnerven zum Rückenmark gehen, habe ich schwache Nervenbündel, mehrere schmale Primitivfasern enthaltend, gesehen.

Die von Purkinje zuerst beim Kalbe beobachteten plexus nervorum piae matris wurden für die weiche Haut des Centralnervensystems des Menschen bestätigt. Nachdem Remak die hintern Wurzeln als centrale Ursprungsherde angenommen hatte, wurden von Kölliker, welcher den Beobachtungen Remak's zustimmte, die Nervenplexus genauer beschrieben. Die Netze enthalten nach Kölliker 0,0015 — 0,003‴ messende Primitivcylinder, die durchaus nicht allseitig dem Verlaufe der Gefässe folgen.

Betrachtet man ein Stück der pia mater des Rückenmarkes von seiner äussern Fläche, so erscheint ein aus grössern Bündeln zusammengesetztes Nervennetz, in welchem die einzelnen Züge sich gegenseitig austauschen und die ihren Verlauf, theilweise mit den Gefässen, theilweise ohne dieselben, in der Substanz der pia mater nach verschiedenen Richtungen nehmen. Von den grössern Bündeln, welche verschiedene Zahlen von Primitivfasern enthalten, gehen untergeordnete Züge aus und gelangen in die tiefere, dem Rückenmarke zunächst gelegene, Schichte, um hier ebenfalls ihre Fasern gegenseitig auszutauschen. Man kann ein gröberes oberflächliches und ein tieferes feines Netz unterscheiden,

die jedoch beide, da das letztere aus dem ersteren hervorgeht, in innigem Zusammenhange stehen und es zeigen auch alle Schichten der pia mater, welche man in den Focus bringt, Nervenfasern, nur in verschiedener Anzahl.

Dass diese Netze in der Substanz der pia mater liegen und nicht etwa an der innern Fläche derselben anhängen, erkennt man an dem Verhalten der Bündel und Fasern zu den Gefässen und den Bindegewebszügen. Betrachtet man die pia mater von der äussern Fläche, so erscheinen einzelne Nervenbündel bei den abgeschnittenen zu ihr gehenden Gefässen. In der Substanz der pia mater folgen dieselben aber nicht mehr den Arterien und Venen, sondern man sieht sie unter ihnen in verschiedener Richtung durchgehen.

Ein Stück der pia mater, von innen gesehen, zeigt das dem Rückenmark näher liegende Netz, welches auch einen von den Gefässen theilweise unabhängigen Verlauf nimmt, aber von den letzteren so gedeckt erscheint, dass hierin ein bestimmter Beweis gegeben ist, dass das Netz in der Substanz der pia mater eingebettet liegt. Wenn frische Präparate zur Untersuchung gewählt werden und man ein kleines Stückchen der pia mater von der Oberfläche des Rückenmarks loshebt, so bleiben an der innern Fläche derselben mitunter Primitivfasern, welche den Rückenmarkssträngen angehören, hängen, die durch die Art und Weise, wie sie auf derselben aufliegen, zu erkennen geben, dass sie nicht Eigenthum der pia mater sind.

Es frägt sich nun, ob der reiche plexus nervosus piae matris aus der Summe der mit den Spinalarterien zum Rückenmarke gelangenden Nerven allein gebildet wird, oder ob noch Nervenelemente sich an dem Geflechte betheiligen, welche eine

anderweitige Ursprungsquelle haben. Vor allem scheint mir, dass die Summe der Nervenfasern, welche an den verschiedenen Wirbelabtheilungen mit den Arterien zur pia mater gelangt, nicht im Verhältniss steht zu dem Reichthum an Nervenfasern in dem Purkinje'schen Nervenplexus der pia mater. Die oben citirten Beobachtungen Remak's und Kölliker's, dass von den hintern sensibeln Wurzeln, bei ihrem Austritt aus der hintern lateralen Rinne, oder vielmehr bei ihrem Durchtritt durch die pia mater, einzelne Faserzüge zu dem plexus nervosus piae matris gelangen sollen, glaube ich bestätigen zu müssen. Unterwirft man die pia mater im Zusammenhang mit den Nervenwurzeln einer bezüglichen Untersuchung, so sieht man an den Anstrittstellen der Wurzeln aus dem sulcus lateralis posterior, dass einzelne Primitivnervenfasernzüge, welche parallel den Wurzeln verlaufen, mit dem plexus nervosus zusammenhängen. Es lässt sich aber durch kein Mittel entscheiden, ob die Nervenzüge aus der pia mater mit den Wurzeln in das Rückenmark hinein- oder aus demselben heraustreten. Wir werden weiter unten sehen, dass für das erstere die Wahrscheinlichkeit spricht; und schon bei Lenhossék finden wir die Angabe, dass diese Nervenzüge, welche dem radiären System angehören und den austretenden Nervenwurzeln nur anliegen sollen, nicht zu der Klasse der sensibeln hintern Wurzeln zu zählen seien.

Die Beziehungen der pia mater und ihrer Gefässe zu dem Rückenmark sind uns durch Stilling's, Kölliker's und Kupfer's treffliche Arbeiten ziemlich genau bekannt. Wir müssen nun die Frage aufwerfen, in welcher Beziehung der plexus nervosus piae matris zum Innern des Rückenmarkes steht. Sind für die Nerven in der pia mater ähnliche oder andere Bedingun-

gen gegeben, wie für die Nerven der vegetativen Organe? Bleiben die vielen Primitivfasern in der pia mater, oder treten sie mit den Gefässen, ähnlich wie in vegetativen Organen, in die Substanz des Rückenmarkes? Sollten die Nerven in der gefässreichen Umhüllung des Rückenmarkes allein lokalisirt bleiben, um von ihr aus die ihnen zukommende Funktion, welche doch wahrscheinlich in irgend einer Beziehung zum Rückenmark steht, auszuführen?

Wird die pia mater von der Oberfläche des Rückenmarkes losgehoben, nachdem dasselbe in verdünntem chromsauren Kali oder Chlorzink erhärtet wurde, so werden alle die von ihr ausgehenden und in die Rückenmarkssubstanz eintretenden Fortsätze mit den Gefässen abgerissen. Mitunter gelingt diese Operation, ohne auch nur im geringsten die Rückenmarksstränge zu lädiren. Wird das lospräparirte Stück bei einer 300maligen Vergrösserung von seiner innern Seite betrachtet, so findet man keine aufliegenden Nervenfragmente, wohl aber an verschiedenen Stellen, besonders da, wo die pia mater sich mit starken Fortsätzen in die Furchen einsenkt, abgerissene Gefässe und bei diesen auch einzelne schmale Nervenprimitivfasern. Macht man horizontale Durchschnitte durch das Rückenmark und versucht die pia mater durch Compression stellenweise loszulösen, so kann man ebenfalls die Bindegewebsfortsätze mit den Gefässen zwischen die longitudinalen Züge der Stränge eintreten sehen und an gelungenen Schnitten erkennt man auch bei den Gefässen im Innern der Bindegewebsfortsätze einzelne sehr schmale Primitivfasern. An der stellenweise losgelösten weichen Haut erscheinen Stücke von abgerissenen Gefässen in Begleitung von Nerven. Ob die bei den hintern Wurzeln verlaufenden Nervenzüge, welche mit

dem plexus nervosus piae matris im Zusammenhang stehen, ihren centralen Ursprung in dem Rückenmark haben, oder ob dieselben von dem plexus ausgehen und in das Innere des Rückenmarkes gelangen, ist schwer zu entscheiden.

Ich glaube jedoch mit Remak und Kölliker annehmen zu müssen, dass diese Zweige theilweise aus den sensibeln Wurzeln hervorgehen und in der pia mater mit den sympathischen Nerven sich mischen, um nach Bildung des Purkinje'schen Plexus mit den Gefässen wieder in das Innere des Rückenmarkes einzudringen und hier ihre peripherischen Verbreitungsherde zu finden. Auch in dem filum terminale können sehr leicht Nervenprimitivfasern nachgewiesen werden, welche zunächst der pia mater desselben angehören.

Die von Lenhossék beschriebenen kleinen Ganglien, welche in den Bahnen des genannten Nervenplexus vorkommen sollen und auf Tafel III. Fig. 4, der citirten Abhandlung abgebildet sind, konnte ich nie wahrnehmen. Ich glaube, dass die grossen Kerne, welche mitunter in der Nähe der Nervenfasern, im Neurilem vorkommen, für Ganglienzellen gehalten wurden; wofür auch die Art und Weise, wie diese Zellen zu den Nervenbündeln von Lenhossék gezeichnet wurden, spricht.

Würden diese meine Beobachtungen bestätigt, so wäre für das Rückenmark die einfache Thatsache gefunden, dass sympathische und spinale Nerven, vereinigt mit den Gefässen, in das Innere desselben dringen, um hier ähnlich ihre Verbreitung zu finden, wie die Nerven in den verschiedenen vegetativen Organen. Ob alle diese Nerven nur den Gefässen angehören, ist auf anatomischem Wege kaum möglich zu entscheiden. Wenn auch in der pia mater die Nerven einen von den Gefässen unabhängigen Verlauf nehmen,

so ist hierin noch kein genügender Beweis gegeben, dass dieselben keine Gefässnerven sind. In dem plexus der pia mater mischen sich die Fasern der beiden verschiedenen Nervensysteme, um sich dann erst mit den Gefässen ihrem Verbreitungsbezirke zuzuwenden.

Ich bestätige hiemit theilweise die Beobachtungen Lenhossék's und nehme an, dass das sogenannte radiäre Fasersystem, oder, was nach den neuern Forschungen dasselbe sein mag, die Bindesubstanz für die Elementartheile des Rückenmarks neben dem Bindegewebe und den Gefässen auch die erwähnten Nervenfasern aus der pia mater in das Innere der medulla spinalis führt, und dass diese Nervenfasern ihre Centralherde theilweise im Sympathikus, theilweise in den sensibeln hintern Wurzeln haben. Diese Auffassung hat um so mehr Berechtigung, als fast alle Forscher der neuern Zeit die Existenz der Bindesubstanz in den Centralorganen des Nervensystems bestätigen, welche als Trägerin der Gefässe auch die denselben zugehörigen Nervenfasern führt. Sollte es nicht wahrscheinlich sein, dass die grössere Anzahl der dunkelrandigen Nervenröhren, welche Stilling und Kölliker in dem Bindegewebe der grauen Substanz des Rückenmarks der Fische und Frösche, sowie in dem filum terminale der letzteren beobachtet haben, die peripherischen Bahnen des fraglichen Nervensystems sind, welche von dem plexus der pia mater ausgehen und in die Bindesubstanz des Rückenmarkes dringen, um hier ebenso ihre Verbreitung zu finden, wie die Nerven in der Bindesubstanz der vegetativen Organe? Das peripherische Ende der Nerven in dem Rückenmark mögen die genannten Forscher, welche in den letzten Jahren manchen Lichtblick in die complizirten anatomischen

Verhältnisse des Rückenmarkes thaten, bei ihren künftigen Untersuchungen beachten.[1])

Dass die pia mater cerebri die Trägerin der Gefässe und Nerven ebenso ist wie die des Rückenmarkes, wurde oben schon erwähnt. Die Nerven folgen anfänglich den grösseren Gefässen und verbreiten sich dann, wie diese, plexusartig in der Substanz der pia mater cerebri und cerebelli, sowie in der weichen Haut an den verschiedenen Theilen der Gehirnbasis, wie es zuerst von Purkinje und Bourgery beobachtet wurde. Kölliker beschreibt Primitivfasern, welche Arterien von 0,04‴ im Durchmesser in die Gehirnsubstanz begleiten und Bochdalek erwähnt Nervenzweige, welche aus der Mehrzahl der Gehirnnervenwurzeln ausgehen und zur pia mater gelangen sollen.

Selbst vom Acusticus und den motorischen Cerebralnerven sollen nach Bochdalek Fäden zur pia mater gelangen. Auch hat dieser Forscher gesehen, dass Nervenfasern in die Brücke und in die medulla oblongata eintreten. An der vena magna Galeni kann man bestimmt Nervenfasern beobachten und selbst bis zu den beiden venae chorioideae verfolgen.

Für diese Untersuchungen eignen sich am besten Gehirnstücke, welche in verdünntem Chlorzink etwas erhärtet wurden, woran sich die pia mater von der Gehirnoberfläche abziehen lässt, ohne dass Gehirnsubstanz daran hängen bleibt, was bei

[1]) Professor Schiff glaubt nachgewiesen zu haben, dass an der vordern Seite des Rückenmarkes die Nerven aus sympathischen und spinalen Fasern gemischt seien, an der hintern Fläche blos aus spinalen Fasern bestehen. Siehe Sitzungsberichte der Naturforscherversammlung in Speyer 1861.

frischen Stücken, welche mit Holzessig behandelt werden, niemals gelingt. Zieht man an bestimmten Gehirnstellen, wie an der Brücke, den Hirnschenkeln etc., die Arterien aus der Substanz heraus, was besonders an Chlorzink-Präparaten leicht und gut auszuführen ist, so kann man bei denselben mitunter sehr schmale Nervenfasern erkennen, welche, wie schon Bochdalek beobachtet, mit dem Plexus der pia mater in Zusammenhang stehen. Hiermit wäre der Beweis geliefert, dass mit den Gefässen, welche aus der pia mater in das Gehirn gelangen, Nerven verlaufen. Die weitere Frage wäre nun die: ob diese Nervenfasern aus den Centraltheilen des Nervensystems herauskommen, oder ob dieselben hineintreten, um in denselben ihre peripherischen Verbreitungsherde zu finden? Meine Vermuthungen[1]) gehen dahin, dass die Nerven, welche mit der Carotis und Vertebralis zur pia mater gelangen, sich ebenso in dieser ausbreiten, wie die Gefässe und dass sie mit diesen in der Gehirnsubstanz ihre Verbreitung finden. In welcher Beziehung dieselben zur Gehirnsubstanz[2]) und ihren Gefässen stehen, mögen künftige Forschungen entscheiden, und sollte das Experiment diese Fragen zu lösen sich bemühen, so mache ich darauf aufmerksam, dass man nie vergessen soll, dass vier sympathische Nervenbahnen zum Gehirn gelangen und dass ein ungetrübtes Resultat

[1]) Dass man hier nur Vermuthungen und keine bestimmten Aussprüche bringen kann, liegt in der Natur der Sache. Welche anatomischen Hilfsmittel sollen hier entscheiden, ob die Nervenbahnen nach dieser oder jener Richtung laufen, ob dieselben in dem Gehirn ihre centralen Ursprünge oder ihre peripherischen Verbreitungsbezirke haben?

[2]) Bourgery hat schon sehr weitgehende phantasievolle Betrachtungen über die Beziehungen der sympathischen Nerven zum Gehirn in der a. a. O. citirten Abhandlung niedergelegt.

nie zu Tage gefördert werden kann, wenn nur das eine oder andere sympathische Halsganglion durchschnitten oder exstirpirt wird. Die bisherigen experimentellen Untersuchungen über den Einfluss der Nerven auf das Gehirn beschränken sich auf Durchschneidung oder Entfernung des einen oder der beiderseitigen obern Halsganglien des Sympathikus. Es mag genügen, darauf hingewiesen zu haben, dass man die nicht kleinen vertebralen sympathischen Bahnen, welche zum Gehirn gelangen, bei künftigen Beobachtungen nicht gering in Anschlag bringen soll.

Die Verwerthbarkeit der vorliegenden Beobachtungen für Physiologie und Pathologie wird damit angedeutet sein, wenn ich hervorhebe, dass die Beziehungen der vegetativen Organe zu den Centraltheilen des Nervensystems, durch den Nachweis von sympathischen Nerven für letztere, innigere sind, als man bisher vermuthete. Manche längst bekannten reflektorischen Erscheinungen, welche bei Erkrankungen der vegetativen Organe in den animalen, und umgekehrt, sich zeigen, mögen theilweise ihre Erklärung finden in der Thatsache, dass der Sympathicus den beiden grossen Organengruppen in gleicher Weise angehört, d. h. dass derselbe in beiden Gruppen seine Verbreitung findet.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I.

Die Verzweigung der Arterien und Nerven an der vorderen Wand des Wirbelkanales (Lumbaltheil).

I. Ligamentum longitudinale anterius, welches an den hinteren Flächen der beiden hier abgebildeten oberen Wirbelkörper theilweise zurückgeschlagen ist, um

II. die tiefe Schichte des hinteren Längsbandes, welches über die Knochenöffnungen weggespannt ist, sehen zu können.

III. Das Schutzband für die unteren schwächern Zweige der vertebralen Arterien und Nerven.

a) Arteria anterior canalis spinalis.
(Oberer stärkerer Ast).

b) Unterer schwächerer Zweig, welcher mit dem Nerv unter dem Schutzbande weggeht.

c) Die Vereinigung zweier benachbarter Arterien zu einem Bogen.

d) Die queren Anastomosen zwischen den beiden seitlichen Bogen.

1) Die abgeschnittenen Spinalnerven mit den Ganglien und den durch die Vereinigung der Wurzeln gebildeten Stämmchen (2).

3) Der sympathische Nerv, welcher in den Wirbelkanal eintritt.

4) Der spinale Zweig, welcher sich mit dem vorhergenannten vereinigt.

5) Die beiden Bahnen, welche sich zur Nervenschlinge verbinden.
6) Das quere Verbindungsglied zwischen den beiden seitlichen Schlingen.

Fig. II.

Die Verzweigung der Arterien und Nerven an der hinteren Wand des Wirbelkanales.

a) Arteria posterior canalis spinalis,
b) die Verbindungen derselben mit den benachbarten.
   1) Nervi posteriores canalis spinalis.
   2) Die gröbere Verbreitung derselben.

Fig. III.

Die Verbreitung der Arterien und Nerven an der vordern Wand des Wirbelkanales und an der Basis der Schädelhöhle vom neugebornen Kind. (Nach einer Photographie).

1, 2, 3, 4 und 5) Die Arterien und Nerven an der vorderen Wand des Wirbelkanales. Ich habe in dieser Abbildung nur die Hauptbahnen der Gefässe und Nerven hervorzuheben gesucht, während alle kleineren Zweige unbeachtet blieben.
6) Der stärkere Arterienzweig, welcher durch das dritte foramen intervertebrale eintritt, an den ligamenta alaria vorbeigeht und um den Zahnfortsatz einen Bogen bildet.
7) Dessen Vereinigung mit der arteria meningea posterior. Auch die Nervenbahnen, welche den Arterien folgen, sind übersichtlich gegeben. Der durch das foramen condyloideum eintretende Nerv setzt sich mit den vertebralen Zweigen in Zusammenhang.
8) Ligamentum suspensorium dentis.
9) Nervus recurrens vagi.
10) Sympathische Zweige, welche durch das foramen jugulare eintreten.

11) Die vom plexus caroticus ausgehenden und am clivus Blumenbachii nach abwärts laufenden Aestchen.
12) Carotis cerebralis mit dem plexus caroticus.
13) Nervus recurrens tentorii und arteria recurrens tentorii.
14) Arterien- und Nervenzweige für den hintern Sphenoidalwirbelkörper.
15) Zweige für den vordern Sphenoidalwirbelkörper.
16) Zweige für das Siebbein oder den Nasenwirbel.
17) Arteria meningea media mit den sie begleitenden sensibeln Nerven.
18) Die vorwiegend sympathischen Nerven der mittleren Schädelgrube.

Fig. IV.

Schädelhöhle und Halstheil des Wirbeskanales von einem beinahe ausgetragenen Rindsembryo von rückwärts geöffnet.

a) Arteria vertebralis, welche sich im dritten foramen intervertebrale theilt in einen
b) äusseren Zweig, der in den kleinen Oeffnungen der stumpfen Querfortsätze der beiden ersten Halswirbel emporsteigt und einen
c) innern Zweig, welcher an der vorderen Wand des Wirbelkanales bis zum rete mirabile caroticum verläuft.
d) Verbindungen mit den Arterien der gegenüber liegenden Seite.
e) Doppelte quere Verbindungen zwischen den Arterien.
f), g) Verbindungen der Vertebralis mit der arteria meningea posterior.
h) Zweige, welche sich verbinden mit dem
i) rete mirabile caroticum.
k) Carotis cerebralis.
I, II, III. die drei oberen nervi cervicales.
1) Nervus vertebralis sich theilend in eine
2) äussere schwächere und eine

3) innere stärkere Abtheilung.
4) Nervenzweige, die den Gefässen folgen und sich vereinigen mit dem
5) durch das foramen condyloideum eintretenden Ast.
6) Die Nerven, welche mit dem
7) plexus caroticus zusammenhängen.
8) Die Zweige des Quintus für die mittlere Schädelgrube.

Fig. V.

Schema über die Beziehungen der beiderseitigen Nervenschlingen zu einander an der vordern Wand des Wirbelkanales. An allen Bahnen sind die peripherisch verlaufenden Zweige abgeschnitten dargestellt.

1) Ein in das foramen intervertebrale eintretender Zweig.
2) Oberer stärkerer Zug.
3) Unterer schwächerer Zug.
4) Der benachbarte Zweig, welcher sich ähnlich dem sub 1 beschriebenen verhält.
5) Die Vereinigung der beiden Züge mit einander und die Kreuzung derselben.
6) Fasern, welche von dem schwächeren Zug ausgehen und mit denen aus dem stärkeren Zug einen peripherischen Verlauf nehmen.
7) Faserzüge, die erst jenseits der Kreuzungsstelle peripherische Bahnen einschlagen.
8) Fasern, welche aus einer Schlinge in die andere übergehen, ohne dass man dieselben in peripherische Bahnen verfolgen kann.
9) Faserzüge, welche aus einer Schlinge in die andere treten und einen peripherischen Verlauf nehmen.

Fig. VI.

Schema der Nervenverbreitung im Wirbelkanal in horizontalem Durchschnitt dargestellt. Sämmtliche Bahnen zeigen die peripherisch abgehenden Zweige abgeschnitten.

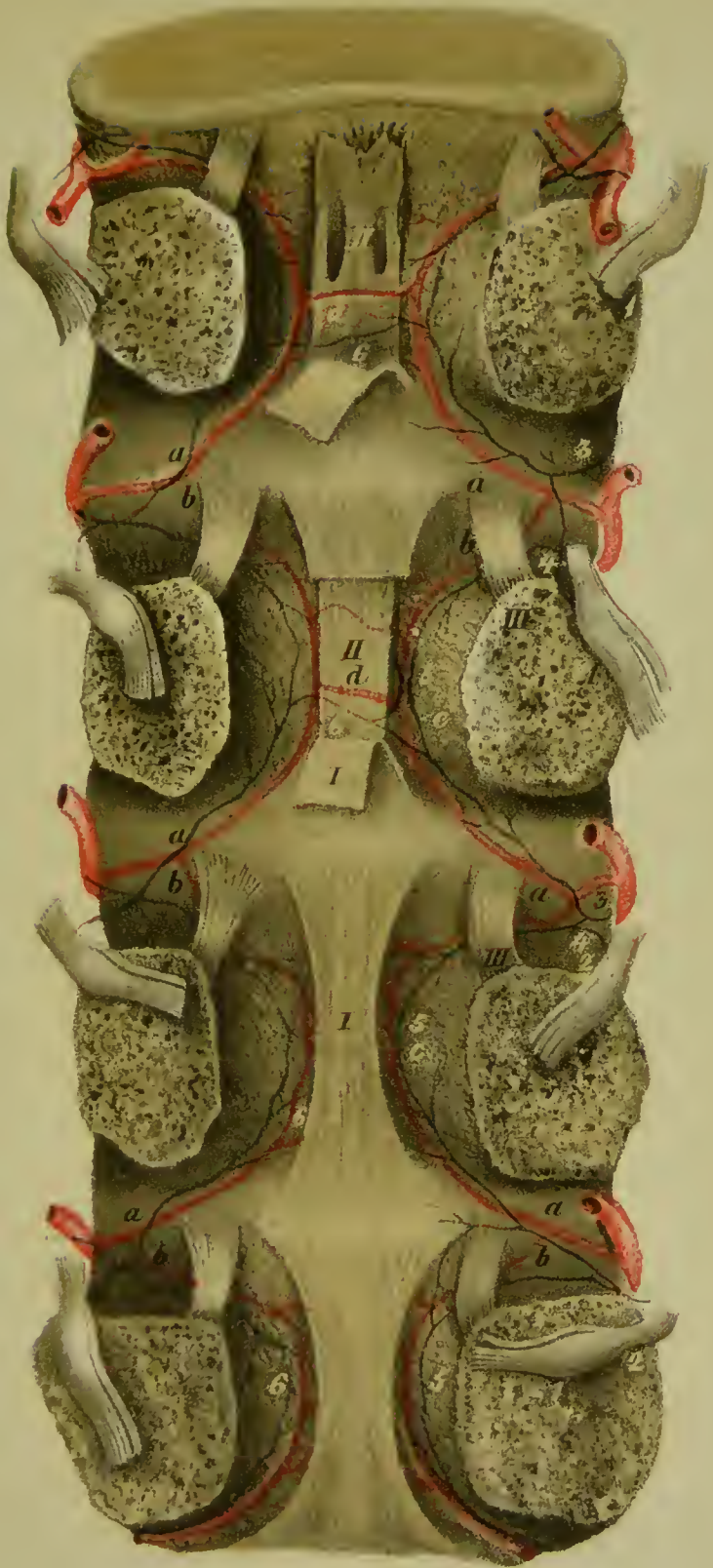
a) Rückenmark.
b) Dura mater spinalis.

1) Die in den Wirbelkanal eintretenden Nervenzweige.
2) Der zur vordern Wand gehende Zug.
3) Die gegenseitige Verbindung der Schlingen.
4) Die zur hintern Wand gelangenden Zweige.
5) Peripherisch abgehende Zweige.
6) Nervenzweige, welche
7) zur dura mater spinalis und
8) zum Rückenmarke gelangen.

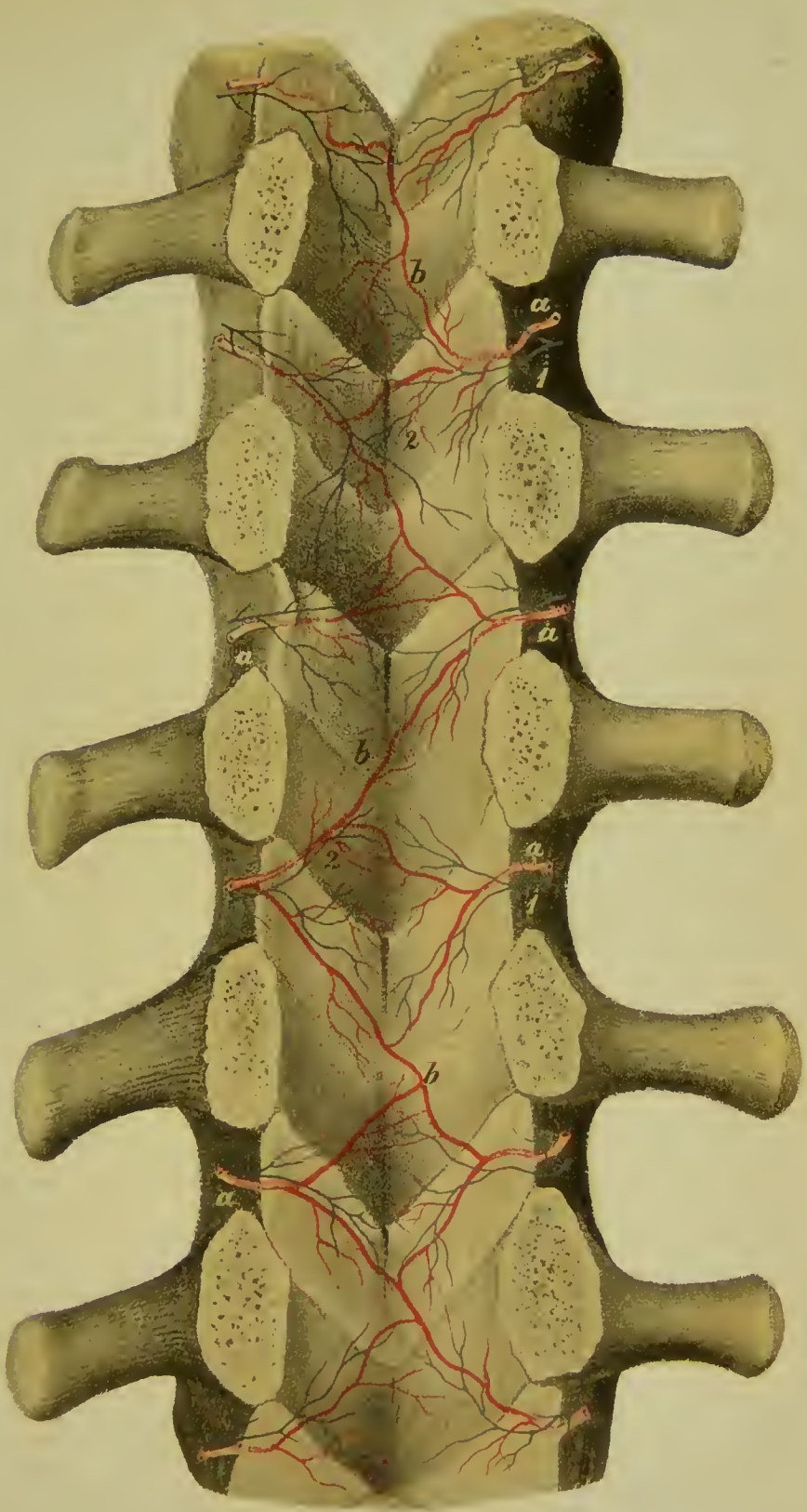
D r u c k f e h l e r.

Seite 9 Zeile 13 von unten lies Lehne statt Bahn.
„ 25 lies macroscopisch und microscopisch statt makroscopisch und mikroscopisch.

Druck von E. Stahl.



Lith Anst v Dr C Wolf & Sohn i München



Lith Anst. v Dr C. Wolf & Sohn i München

Figura III.

Figura IV.

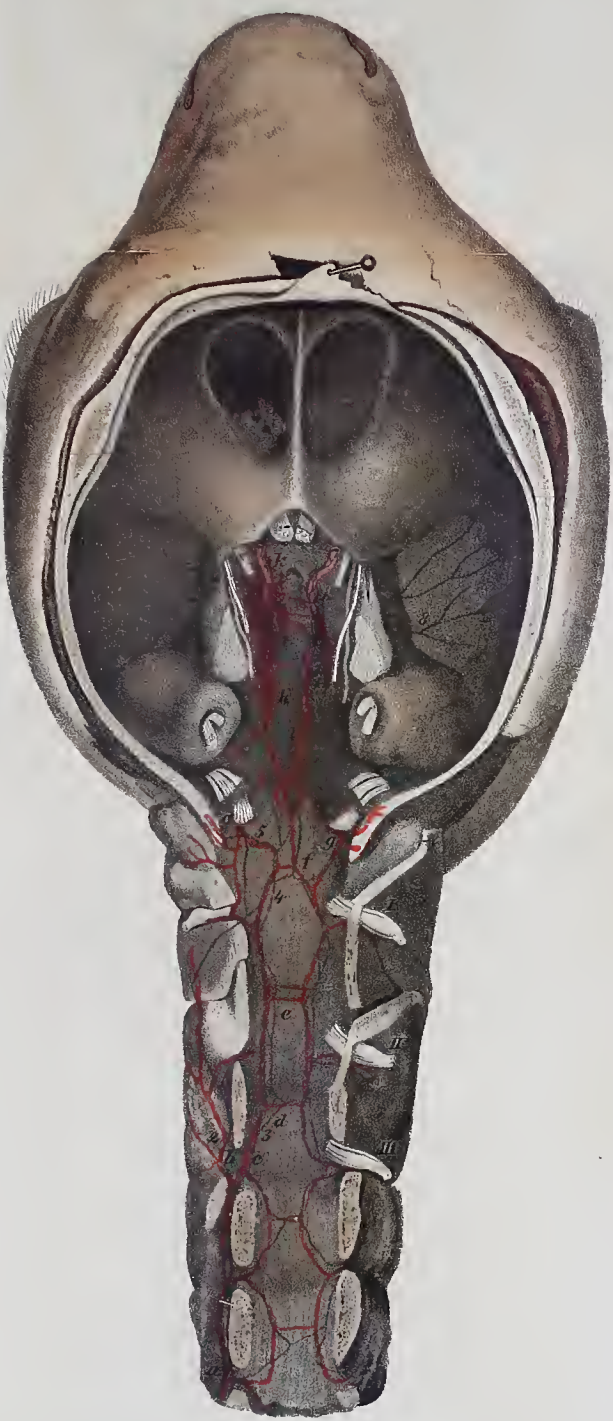


Figura V.

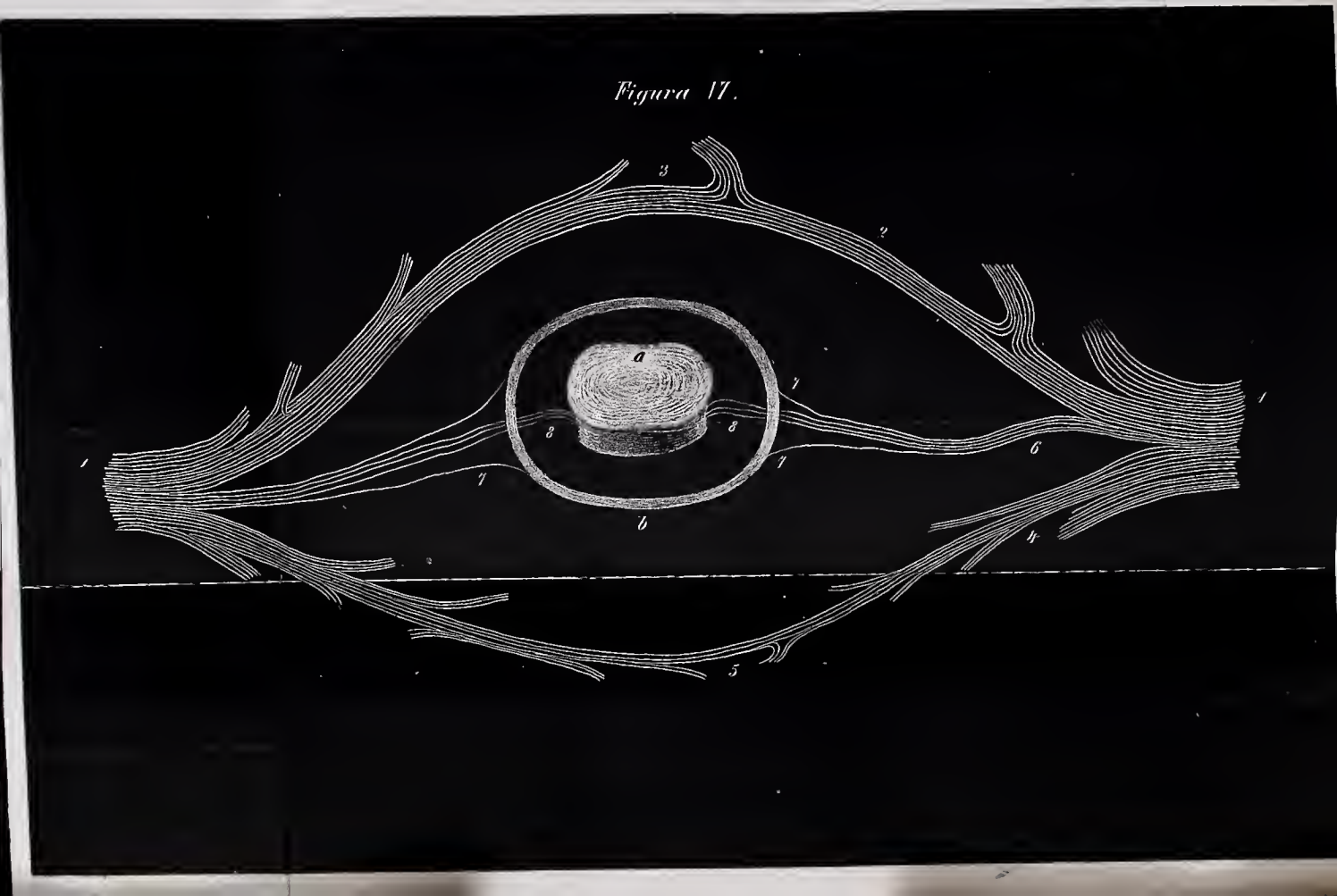



Figura 17.